

EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA, S.A.

GRUPO ENESA

CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1

PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS (PADE)

Preparado por:
Ambrosio Ramos Pimentel
Ingeniero Civil, licencia 78-6-113

Aramos Hidro, S.A.
aramos@aramoshidro.com

Diciembre, 2023



“Plan de Acción Durante Emergencias”

Presa de cierre de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1

Aramos Hidro, S.A./ Especialistas en Seguridad de Presas
Elaborado por:

Ambrosio Ramos Pimentel

Diciembre, 2023

REGISTRO DEL DOCUMENTO

Rev.	Fecha	Descripción de los cambios	Empresa
0	16 dic. 2023	Plan de Acción Durante Emergencia (PADE).	ARHSA

CONTENIDO

ABREVIATURAS	6
UNIDADES	6
1. PROPÓSITO DEL PADE	7
2. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1	8
2.1 Ubicación regional.....	8
2.1.1 Esquema de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1	10
2.2 Características de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1	10
2.2.1 Presa toma y desarenador.	12
2.2.2 Instrumentación.....	12
2.2.3 Tubería de conducción.....	12
2.2.4 Cámara de Carga y Tubería de presión	13
2.2.5 Casa de máquinas	13
2.2.6 Equipos hidroelectromecánicos.....	13
2.3 Caminos de accesos permanentes.....	13
2.5 Sistema de comunicación	13
2.6 Sistemas de aviso de zonas inundables	13
3. CRITERIOS Y PARAMETROS DE DISEÑO	14
3.1 Datos geológicos y geotécnicos	14
3.2 Estudio Hidrológico	15
3.3 Criterios Hidráulicos.....	15
3.4 Criterios Sísmicos	16
4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE	17
4.1 Responsabilidades del dueño	17
4.2 Responsabilidades de notificación.....	17
4.3 Responsabilidades de evacuación.....	17
4.4 Responsabilidades de terminación y seguimiento.....	17
4.5 Responsabilidad de coordinador del PADE.....	18
5. DETECCIÓN, EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS SITUACIONES PARA DECLARAR LA EMERGENCIA	19
5.1 Detección de la emergencia.....	19
5.2 Identificación de la emergencia	19
5.2.1 Causas para declarar una emergencia	20
5.3. Umbrales para los distintos sucesos	22
5.3.1. Umbrales asociados a las avenidas	22
5.3.2. Umbrales asociados a sismos.....	23
5.3.3. Umbrales asociados a la instrumentación	23
5.3.4. Umbral asociado a la inspección de la presa	24

5.4 Descripción de la amenaza de falla de la presa	26
5.5 Desarrollo de la amenaza de crecida	27
5.6 Conclusión de la emergencia	28
5.7 Implementación del sistema de alerta hidrológico	28
6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA.....	29
6.1 Paso 1: Detección del evento.....	29
6.2 Paso 2: Determinación del nivel de emergencia.....	29
6.3 Paso 3: Niveles de comunicación y notificación	30
6.3.1 Modelos de notificación.....	30
6.3.2 Flujo de notificaciones	31
6.3.3 Vinculación con el sistema de protección civil. Planes de evacuación	36
6.4 Paso 4: Acciones durante la emergencia	36
6.4.1 Definición de las acciones de emergencia	37
6.4.2 Formulario de registro de Evento	38
6.5 Paso 5: Terminación.....	38
6.5.1 Responsabilidades de la Terminación.....	38
7. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA	39
7.1 Estudio de la situación de emergencia	39
7.2 Análisis hidráulico	40
7.2.1 Crecidas ordinaria y extraordinarias	40
7.2.2 Secciones y Rugosidad del lecho del río.....	40
7.2.3 Condiciones de Borde para calibración del modelo hidráulico	40
7.3 Resultados.....	41
7.4 Mapas de Inundación.....	44
8. ESTUDIO DE AFECTACIÓN DE LA RIBERA DE EMBALSE Y VALLE	45
8.1 Descripción de la Zona Inundable y Riesgo para Categorización.....	45
8.1.1. Mapa de Inundación Crecida 1:50 años.....	45
8.1.2. Mapa de Inundación Crecida 1:200	46
8.1.3. Categorización de la presa Bugaba 1	46
9. RECOMENDACIONES PARA EL PLAN DE EMERGENCIA	47
10. ANEXOS.....	48
ANEXO A - Formulario para registro de eventos	
ANEXO B - Mapas de inundación de la CH Bugaba 1	
ANEXO C - Planos como construidos de la CH Bugaba 1	
ANEXO D - Análisis hidráulico del río Escarrea	
ANEXO E - Directorio de contactos alternativos	
ANEXO F - Plan de simulacro para emergencias	

ABREVIATURAS

ASEP	Autoridad de los Servicios Públicos
CH	Central Hidroeléctrica
CND	Centro Nacional de Despacho.
CORP	Corporación
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá
F.S.	Factor de Seguridad
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
IMHPA	Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá
PADE	Plan de Acción Durante Emergencias
PGA	Aceleración pico del terreno durante un sismo
S.A.	Sociedad Anónima
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SINAPROC-COE	Centro de Operación de Emergencias de SINAPROC
TR	Periodo de Retorno
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas
UTM	Universal Transversal de Mercado

UNIDADES

cm	centímetro
cm ²	centímetro cuadrado
cm/s ²	centímetro por segundo cuadrado
g	aceleración de la gravedad de la tierra (9.81 m/seg ²)
Ha	Hectárea
Km	Kilometro
Km ²	Kilómetro cuadrado
Kv	Kilo voltio
m	metro
m ³	metro cúbico
m ³ /s	metro cúbico por segundo
mm	milímetro
msnm	metros sobre nivel del mar
MW	Mega Watt
rpm	Revoluciones por minuto

1. PROPÓSITO DEL PADE

El Plan de Acción Durante Emergencias (PADE), es un requerimiento de las Normas de Seguridad de Presa de la Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP), y tiene el propósito de:

- Identificar, evaluar, clasificar y notificar las emergencias que puedan ocurrir en la presa y obras hidráulicas de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1.
- Mantener la vigilancia sobre la emergencia declarada e informar el desarrollo a las instituciones de protección civil hasta su terminación.
- Establecer las acciones operativas (si las hubiera) para mitigar o anular los efectos de tales emergencias sobre la seguridad del público, la protección del ambiente y las instalaciones públicas aguas abajo.

El objetivo principal del documento es instruir a los responsables y operadores de la central sobre el manejo de las emergencias de la presa y obras hidráulicas. La información contenida en este documento es aplicable de la CH Bugaba 1 solamente.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1

La Central Hidroeléctrica Bugaba 1 entra en operación comercial el 10 de enero de 2014, con 5.12 MW de capacidad instalada es administrada por la Empresa Nacional de Energía, S.A., responsable de su operación, mantenimiento y de los aspectos de seguridad y protección al público en sus alrededores.

2.1 Ubicación regional

La Central Hidroeléctrica Bugaba 1, está localizada en el Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, en los corregimientos de Sortová (Presa y Conducción) y La Concepción (Casa de Máquinas), a aproximadamente a unos 28 kilómetros al oeste de la Ciudad de David. Las principales estructuras de esta central hidroeléctrica se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas:

Cuadro N°1 - Ubicación de las estructuras que conforman la CH Bugaba 1

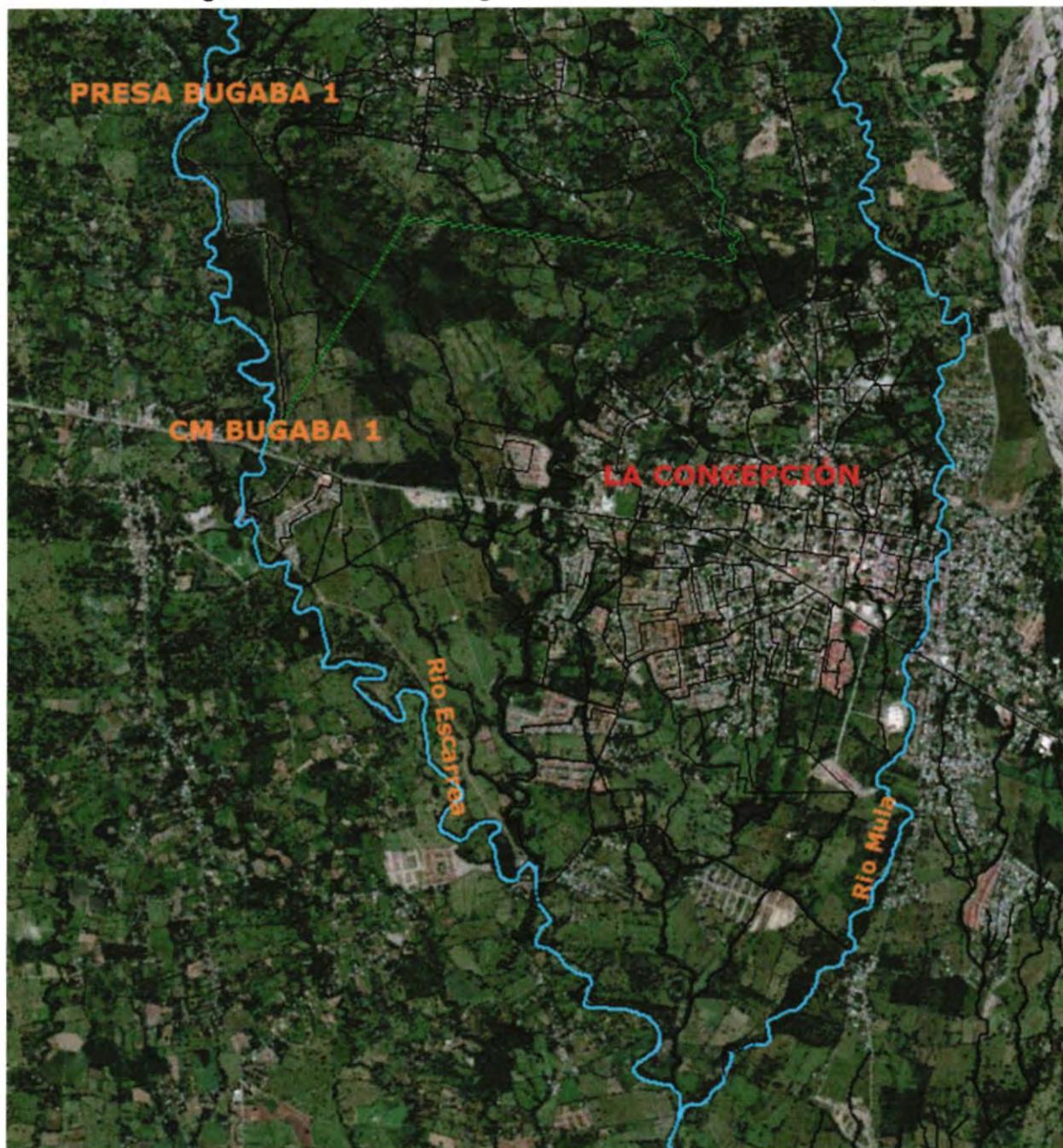
Nombre de la estructura	Coordenadas NAD 27		Coordenadas WGS 84	
	Este	Norte	Este	Norte
Presa	316327.4	945519.8	316534.0	945538.0
Cámara de Carga	316796.4	944393.8	317003.0	944412.0
Casa de Máquinas	316868.4	942840.8	317075.0	942859.0

En la figura N° 1 y N° 2 se presenta la ubicación provincial y regional de la CH Bugaba 1.

Figura N° 1 – Localización Provincial de La Central Hidroeléctrica Bugaba 1



Figura N°2 – Localización Regional de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1



La CH Bugaba 1 utiliza las aguas del río Escarrea mediante una presa y una toma localizada a aproximadamente 3.0 kms al norte del puente sobre la carretera Interamericana. Las aguas turbinas son devueltas al mismo río justo antes del citado puente. El estudio hidráulico del río Escarrea se realiza desde la localización de la presa Bugaba1 hasta la confluencia con el río Mula, 7.0 kms al sur de la carretera Interamericana. Aguas abajo de la presa de Bugaba 1, se localiza la CM Bugaba1, la presa Bugaba2 y la CM de Bugaba2. La mayor parte de las tierras a ambos lados del río son de uso agropecuario y existen dos puentes en la ruta 108 y ruta12. La topografía varía entre 230 y 150 msnm en el tramo de estudio.

2.1.1 Esquema de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1

El esquema de la central es un desarrollo a filo de agua que utiliza las aguas del río Escarrea. Incluye una presa de derivación, una estructura de toma con un desarenador, una conducción de PRFV, una cámara de carga, una tubería forzada, una casa de máquinas superficial y un canal de descarga en el mismo río. Las obras de generación eléctrica se ubican en el margen izquierdo del río (Ver Figura N° 3).

Figura N° 3 - Esquema de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1



2.2 Características de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1

La central utiliza los flujos naturales del Río Escarrea para producir electricidad en una casa de máquinas superficial. En el cuadro N° 2 se presentan los datos más relevantes de la central.

Cuadro N° 2- Características Principales de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1

Descripción	Unidad	Datos
Presa		
Área de la cuenca	Km ²	51.0
Caudal Promedio	m ³ /seg	7.04
Tipo de presa		Gravedad, vertedero libre
Volumen del embalse (namo)	m ³	15,000
Altura máxima	m	5.90
Nivel Normal de Operación (namo)	msnm	278.39
Nivel Máximo Extraordinario	msnm	279.80
Nivel de Corona	msnm	281.00
Vertedero		
Tipo	-	Concreto, Libre (ogee)
Longitud de la cresta vertedora	m	33.74
Estructura disipadora, tipo	-	Salto de esquí
Crecida máxima (200 años)	m ³ /s	200.0
Desarenador Concreto Reforzado		
Dimensiones LxWxH	m	35.19x14.80x7.95
Transición antes y después	m	13.50
Tubería de Conducción		
Tipo	-	Plástico con fibra de vidrio (GRP)
Diámetro	m	2.3 y 2.2
Longitud Toma-Desarenador	m	365
Longitud Desarenador - CCarga	m	1320
Cámara de Carga de Concreto Reforzado		
Tipo	-	Tanque de oscilación metal
Dimensiones LxWxH	m	48.61x16.50x11.09
Nivel Normal de Operación	msnm	276.35
Tubería de Presión		
Tipo	-	Plástico con fibra de vidrio (GRP)
Diámetro	m	2.4 y 2.3
Longitud CCarga - Trifurcador	m	1520
Casa de Maquinas de Concreto Reforzado		
Tipo de turbinas	-	Francis eje horizontal
Número de unidades	-	3
Potencia por turbina	MW	2.03, 2.03 y 1.00
Cabeza Neta	m	56.15
Caudal de Diseño	m ³ /seg	4.0, 4.0 y 2.0

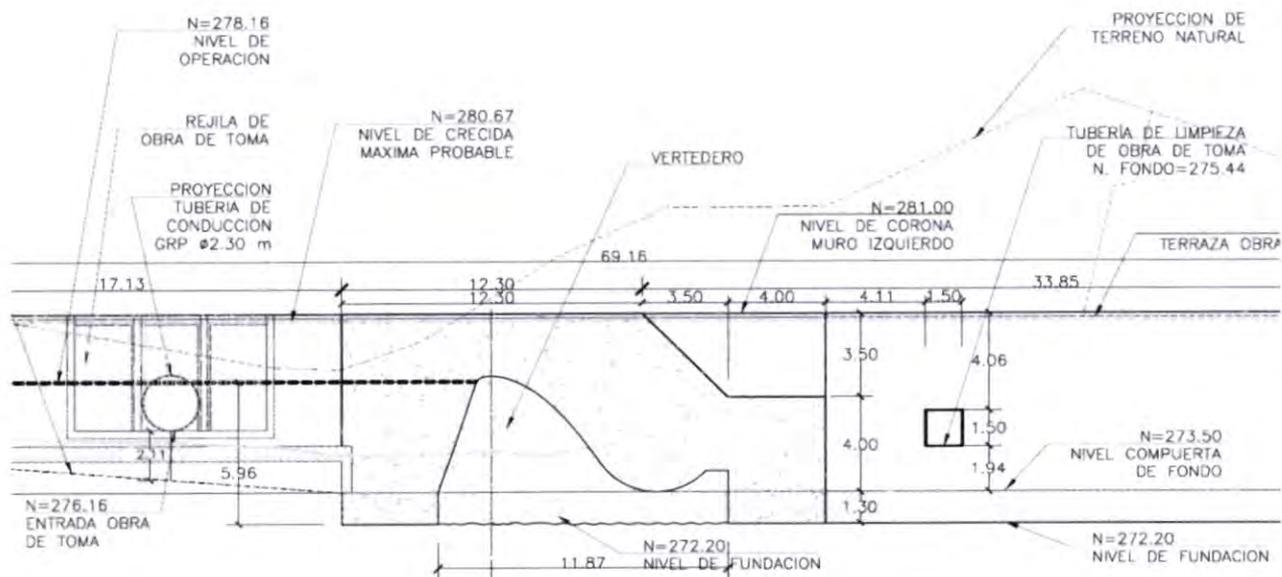
2.2.1 Presa toma y desarenador.

Consiste en la presa vertedero de concreto sin compuertas, la fundación es sobre roca sana, la altura total de la presa es de 8.80m hasta la corona en los estribos y de 5.90m el vertedero, el dissipador es del tipo salto de esquí. El ancho del vertedero es de 33.74m y la cota de vertimiento de 278.16 msnm sin compuertas (ver Figura N°4). A ambos lados del vertedero se levantan muros de protección y encauce de los taludes naturales del río.

En el estribo izquierdo se localiza la obra de toma, que consiste en un cajón de concreto reforzado y una ventana de 7.85x4.44 m con rejillas metálicas para la captación; en este punto inicia la tubería de conducción. También se ha colocado una compuerta de toma de 2.20x2.30m para el control del flujo hacia la conducción.

Figura N° 4 - Sección de presa Bugaba 1

Escala 1



En la estructura de toma se ha colocado una compuerta de 1.5x1.5 para limpieza de la toma.

2.2.2 Instrumentación

En la presa se ha instalado una regla para medición de niveles y cámaras de vigilancia. Por ser una presa pequeña no hay piezómetros ni sensores de movimiento.

2.2.3 Tubería de conducción

Consiste en una tubería de conducción de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) en diámetros que van de 2.3 a 2.2 metros y una longitud de 1,685 metros hasta la cámara de carga.

2.2.4 Cámara de Carga y Tubería de presión

La cámara de carga es una estructura de concreto reforzado en donde inicia la tubería de presión de GRP que tiene diámetros de 2.3 a 2.2 m y una longitud de 1520 m. La cámara de carga tiene la función de compensar el consumo de agua y aliviar la sobre presión causada por el golpe de ariete en la tubería de presión.

2.2.5 Casa de máquinas

En la casa de máquinas se localizan los equipos electromecánicos de generación, los equipos eléctricos, los equipos de control y la tubería de presión que se divide en un trifurcador para hacer girar las tres turbinas Francis de eje horizontal. La casa de máquinas consta de una parte inferior (sub estructuras) de concreto reforzado y una parte superior (super estructura) de acero estructural y techo de láminas metálicas.

2.2.6 Equipos hidroelectromecánicos

Los equipos hidromecánicos para la operación de la presa de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 son los siguientes:

- (1) compuerta deslizante en la descarga de fondo
- (1) compuerta deslizante en la toma,
- (1) rejilla de basura en la compuerta de toma,

2.3 Caminos de accesos permanentes

Los caminos de accesos son de tránsito permanente y se encuentran en buen estado permitiendo el acceso a las diferentes estructuras de forma segura.

2.5 Sistema de comunicación

Los sistemas de comunicación interno utilizados en la Central hidroeléctrica Bugaba 1 consisten en el empleo de teléfonos fijos ubicados en la sala de emergencia. Los sistemas de comunicación externos consisten en teléfonos móviles y cámaras de videovigilancia.

2.6 Sistemas de aviso de zonas inundables

Actualmente se cuenta con sirenas de aviso en el sitio de presa y la casa de máquinas para alertar a las poblaciones cercanas a las zonas de riesgo. También se ha instalado una cámara de video en el sitio de presa.

3. CRITERIOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

3.1 Datos geológicos y geotécnicos

Del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Bugaba 1, elaborado por INGENDEHSA PANAMA, S.A. (2010) se toma el siguiente resumen de los aspectos geológicos y geotécnicos.

Formaciones geológicas en el sitio de presa

A continuación, se describen las formaciones geológicas que tienen influencia en el proyecto Bugaba 1, principalmente en sector del sitio de presa y alrededores. En la zona de estudio se encuentran aflorando rocas sedimentarias identificadas como una secuencia clástica.

Características Litológicas en el sitio Presa.

El sector forma parte de una secuencia sedimentaria (areniscas con intercalaciones de lutitas y conglomerados) de edad Cretácea-Terciaria, producto de continuos eventos en el lugar.

- Estructura estratificada y lentejones, no se determinó el grosor de las formaciones en este estudio, pero se estima que son de gran grosor.
- La arenisca, es de grano fino a medio, de color gris verdoso y amarillento.
- Las lutitas en pequeños niveles de color amarillento, intercalada con la arenisca.
- El conglomerado, con matriz arenosa y compacta, con rodados de diferente tamaño y de otras rocas.
- La columna estratigráfica en la zona la conforman una secuencia de depósitos sedimentarios con la característica de tener muy buena consolidación. La secuencia superior está caracterizada por depósitos conglomerádicos y la base la secuencia clástica de arenisca y lutitas.
- Roca compacta, de consolidación alta, está sujeta a fracturamiento y fallamiento, sus índices de resistencia son muy buenos.

Geología Estructural del sitio Presa.

Se toman en cuenta los rasgos estructurales de la zona de estudio, fracturas, fallas, foliación, plegamientos, etc. No se han reconocido en este sector evidencias de estructuras geológicas activas como fallas o fracturamiento, pero considerando los alineamientos en conjunto el sector mantiene la tendencia regional.

Geotecnia del sitio de presa

Por la observación se llegó a la conclusión que en este sector los materiales rocosos contienen propiedades geotécnicas buenas para el desarrollo del proyecto como:

- Resistencia a la deformación.
- Resistencia a la compresión.
- Valores permisibles de permeabilidad.

Condiciones geológicas para posibles cimentaciones en los estribos de la presa.

En cuanto a la construcción de los estribos laterales, se encontrará material rocoso de consolidación alta, posiblemente de baja alterabilidad, con propiedades apropiadas para desarrollar una buena estructura civil, donde el concreto no tendría problemas de adherirse.

Geomecánicas.

En cuanto a las características geotécnicas de las rocas se tiene en cuenta el siguiente análisis.

- Dureza alta, pues la roca se observa sana en este sector.
- Resistencia a la abrasión, como es una roca compacta este material es muy resistente a esta prueba.
- Resistencia a la compresión, por las características de la roca, es posible que tenga media a alta resistividad al ser sometido a la compresión.

3.2 Estudio Hidrológico

Del Estudio de Factibilidad¹ se obtiene el análisis de frecuencia de crecidas máximas (Cuadro N°3)

Cuadro N° 3 – Frecuencia de Caudales Máximos

Período de retorno (años)	Caudal (m ³ /s)
2	97.66
3	114.38
5	130.29
10	147.36
25	165.56
50	177.31
100	187.88
200	197.55
CMP	264.90

CMO: Crecida Máxima Probable

3.3 Criterios Hidráulicos

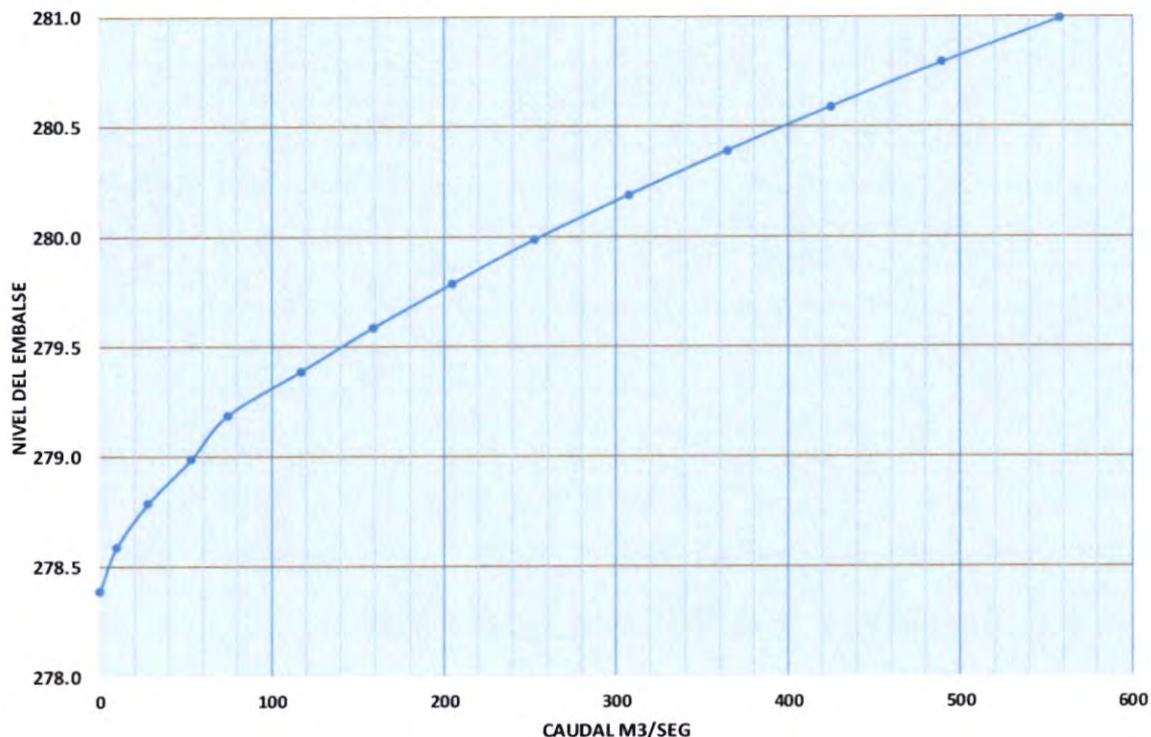
Los criterios de diseño hidráulico de las estructuras de la Central Hidroeléctrica de Bugaba 1 son:

Cuadro N°4 - Criterios Hidráulicos

Estructura	Unidad	Valor
Vertedero (200 años)	m ³ /seg	197.55
Toma	m ³ /seg	10
Desarenador	m ³ /seg	10
Conducción	m ³ /seg	10
Tubería de Presión	m ³ /seg	10
Canal de Descarga	m ³ /seg	10

¹ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO BUGABA I, INGENDEHSA PANAMÁ S.A., 2011

Grafica N° 2 Descarga del Vertedero
GRAFICA DE VERTIMIENTO PRESA BUGABA1



3.4 Criterios Sísmicos

Los criterios para el diseño de las estructuras principales en proyectos de referencia similares en la región son:

Cuadro N° 6 - Criterios de Diseño Sísmicos

Estructura	Diseño Final cm/s ²	Comentarios
Presa	320	Análisis Seudo-estático
Conducción y Macizos	320	Análisis Seudo-estático
Cámara de Carga	320	Análisis Seudo-estático
Casa de Máquinas	360	Análisis Seudo-estático

4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE

4.1 Responsabilidades del dueño

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., tiene la responsabilidad legal de desarrollar el Plan de Acción durante Emergencias (PADE). Serán asimismo parte de sus obligaciones la implementación, mantenimiento y actualización del Plan. Este documento formará parte del archivo técnico de la presa por lo tanto debe reposar en la sala de emergencia.

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., será responsable de explicar y entregar los diferentes escenarios que contempla el PADE, a las autoridades locales, gubernamentales y no gubernamentales que participaran en forma activa ante la ocurrencia de una situación de emergencia. A cada una de estas autoridades se le invitará a participar de los simulacros (ver ANEXO F).

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., como responsable primario de la presa, debe actualizar permanentemente el PADE, particularmente en lo relacionado a cambios de personas o entidades con responsabilidad específica, direcciones, números telefónicos, y toda otra información crítica para la eficacia de las acciones previstas. Asimismo, se debe actualizar cualquier cambio significativo ocurrido aguas abajo o aguas arriba de la presa que pudiera alterar el área de riesgo o la localización de personas que deben ser alertadas. Tal actualización debe ser anual, como mínimo, debiendo remitirse a la ASEP quien por medio de la UTESEP gestionará su aprobación.

4.2 Responsabilidades de notificación

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., es el responsable primario encargado de declarar las alertas y es quien notificará la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a SINAPROC-COE, UTESEP de ASEP, CND, IMPHA, autoridades locales y las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo dependiendo del nivel de alerta detectado. Se ha preparado el cuadro N°16, donde se indican los modelos de notificación sugeridos para declarar la alerta en cada emergencia.

4.3 Responsabilidades de evacuación

SINAPROC-COE, es el encargado de planificar y realizar la evacuación aguas abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 cuyo fallo podría generar afectaciones a las personas que se puedan encontrar cerca de las áreas de riesgo. En todos los niveles de alerta, tanto las autoridades locales como SINAPROC-COE serán responsables de desarrollar los planes de notificación y evacuación.

4.4 Responsabilidades de terminación y seguimiento

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., es responsable por dar seguimiento, terminar y reportar los detalles relacionados a la emergencia.

4.5 Responsabilidad de coordinador del PADE

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A. ha establecido como responsable para coordinar el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) a Jonathan González; quien también tendrá como parte de sus obligaciones la implantación, mantenimiento y actualización del Plan de Acción Durante Emergencia (PADE).

La actualización anual del PADE se hará por las razones presentadas en la Norma de Seguridad de Presa y las resoluciones posteriores emitidas por la ASEP.

5. DETECCIÓN, EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS SITUACIONES PARA DECLARAR LA EMERGENCIA

5.1 Detección de la emergencia

Los parámetros utilizados para el diseño de las estructuras de cierre de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1, de acuerdo a las Normas de Seguridad de Presa de ASEP (Apéndice B), han sido verificados por el diseñador, para que la presa cumpla con las distintas condiciones de seguridad. Para que se dé el fallo de la presa, primero deben darse situaciones anormales que pueden ser detectadas durante la inspección rutinaria.

Es importante mencionar que hacía aguas arriba de la presa Bugaba 1 no existen comunidades cercanas a la ribera del embalse, sin embargo, hacia aguas abajo se localiza la centrales hidroeléctricas Bugaba 2 y dos puentes. No se observan poblaciones cercanas a la ribera del río.

5.2 Identificación de la emergencia

Una vez detectada una emergencia se deberá identificar si ésta pudiera afectar la seguridad de la presa y producir daño o fallo de alguna estructura o de las estructuras auxiliares categorizadas como críticas. Dependiendo de la situación, se realizarán los procedimientos descritos en este plan. En la mayoría de los casos se refuerza la vigilancia e implementan medidas para mitigar y controlar la situación. De agravarse la situación, se aumentará la amenaza de falla.

Los indicadores de una emergencia pueden ser cuantitativos o cualitativos, basados en parámetros de diseño o de operación de las estructuras o equipos. Los indicadores cuantitativos se establecen por umbrales asociados al criterio de diseño de las estructuras hidráulicas; mientras que los indicadores cualitativos son evidencias detectadas de mal funcionamiento o daño de una estructura hidráulica.

Según la emergencia, se fijarán los niveles de alertas, los cuales se identifican, según la Norma de Seguridad de Presa de ASEP, en blanca, verde, amarilla o roja. A medida que la situación se agrava, o crece el riesgo de falla, se aumentará el nivel de la alerta.

A continuación, se presenta la definición de cada alerta, según las condiciones de la Presa Bugaba 1.

Cuadro N° 8 - Situaciones de emergencia

Alerta	Escenario de emergencia	Eventos que Identifican una emergencia
Blanca	Vigilancia reforzada	Se está desarrollando una crecida extraordinaria. Se ha detectado un movimiento sísmico de baja intensidad. Se detectan nuevas filtraciones en las estructuras hidráulicas y de conducción de agua. Se detectan valores extremos en la lectura de la instrumentación
Verde	Preocupaciones serias	Continúa en desarrollo la crecida y aumento de nivel del río. Se detecta que el movimiento sísmico puede haber ocasionado daños en las estructuras, la aparición de grietas o desplazamientos de laderas. Aumento de filtraciones en estructuras y equipos de control Los equipos hidromecánicos presentan irregularidades en su funcionamiento. Esta alerta involucra la acción de procedimientos a desarrollarse por el responsable primario o coordinador del PADE, para verificar la integridad de las estructuras.
Amarillo	Peligro Inminente	La crecida extraordinaria, el sismo, o precipitación extraordinaria ocasionan afectaciones en laderas, equipos y estructuras de la presa Bugaba 1. Los equipos hidromecánicos no operan o no están funcionando correctamente. Se interrumpe la operación de la central. Se da la alerta a las poblaciones aguas abajo para que se inicie la evacuación de las personas a lugares altos, ver ANEXO B. Ha ocurrido un acto de vandalismos o terrorismo que requiere detener la operación de la central.
Roja	Rotura constatada	La crecida extraordinaria supera el nivel máximo de emergencia. Es inminente la falla de la presa o las estructuras asociadas. El movimiento sísmico ha ocasionado daños estructurales a la presa. Se interrumpe la operación de la central. Los equipos hidromecánicos no están funcionando. Se produce inundación aguas abajo de la presa, se realiza la evacuación de las personas en las áreas afectadas.

5.2.1 Causas para declarar una emergencia

Los Operadores y el Coordinador del PADE de la presa Bugaba 1 deben conocer las causas o factores determinantes para declarar una emergencia.

Existen dos tipos de causas:

- Exógenas, o causas que tienen su origen fuera de la presa.
- Endógenas, o causas que tienen su origen en el comportamiento estructural de la presa y sus componentes.

A su vez, las emergencias según su origen serán atendidas dependiendo de su nivel de riesgo:

- Atención Preferente, son causas que conllevan a un mayor riesgo para la seguridad de la presa.
 - a) Vertidos por encima de los niveles máximos de operación de la presa
 - b) Deslizamientos o asentamientos del terreno de cimentación.
 - c) Filtraciones excesivas en cimentación, estribos de la presa, en estructuras hidráulicas o equipos hidromecánicos
- Atención Normal, son causas que conllevan un menor riesgo para la seguridad de la presa.

La evaluación de la emergencia deberá ser realizada en cuanto se tenga conocimiento de un evento extraordinario en el sitio de presa o en el cauce del río. Las causas para declarar una emergencia se presentan en el cuadro N° 9:

Cuadro N° 9 – Causas de emergencias en la presa Bugaba 1

Causas	Tipología	Atención preferente	Atención normal
Exógenas	Debido a eventos imprevistos o de excepcional magnitud	Avenidas extremas	Avenidas ordinarias
		Precipitación local extrema con deslizamiento de taludes	Precipitación ordinaria
		Sismo de alta intensidad	Sismo de baja intensidad
		Falla estructural con inundación aguas abajo	Falla estructural sin inundación
		Rotura de la presa situada aguas arriba	
		Incendio o actos terroristas afectando estructuras y equipos	Accidentes o sabotaje sin afectación de estructuras
Endógenas	Debido al comportamiento estructural de la presa	Falla de taludes aguas abajo o aguas arriba	Deformaciones o asentamientos pequeños
		Erosión del concreto con pérdida de la protección del refuerzo	Degradación superficial del hormigón
		Agrietamiento y Desplazamiento estructural	Fisuras y movimiento perceptible
	Cimientos	Filtración con arrastre de materiales	Deformaciones y asentamientos
		Obstrucción del drenaje	
		Erosión del tanque amortiguador	Erosión del hormigón

	Aliviadero	Niveles superiores a la crecida de diseño	Acumulación de sedimentos o materia orgánica
		Filtraciones en los cimientos	
		Rebosamiento de la cresta	
	Equipos Hidromecánicos	No operativos	Problemas de operación
	Cámara de Carga	Colapso de la estructura con pérdida del contenido de agua	Desplazamiento o asentamiento de la estructura sin colapso
	Conducción	Colapso de la tubería con pérdida del contenido de agua	Falla con filtración controlada
	Instrumentación y equipos de auscultación	Equipos fuera de operación	Equipos sin señal o fuera de rango

5.3. Umbrales para los distintos sucesos

Los umbrales que permitirán al operador de la presa determinar una emergencia en desarrollo son los siguientes:

- Umbrales asociados a avenidas
- Umbrales asociados a Sismos
- Umbrales asociados a la auscultación (lectura de los instrumentos)
- Umbral asociado a los resultados de la inspección en la presa

5.3.1. Umbrales asociados a las avenidas

Los umbrales asociados a las avenidas permitirán detectar la ocurrencia de un evento extraordinario en la presa Bugaba 1. Estas alertas dan inicio al protocolo de vigilancia y control de la presa y las estructuras asociadas, indicados en este plan.

En el cuadro N° 10, se muestran los valores de los umbrales para notificar el desarrollo de una situación de emergencia en el sitio de presa.

Cuadro N° 10 – Umbrales asociados a las avenidas en vertedero de Bugaba 1

Condiciones Cualitativas	Indicador Cuantitativo msnm	Clasificación de la emergencia	Crecida (m ³ /seg)
		Tipo de alerta	
Nivel de Vertimiento	279.40	Blanca	Retorno 1:5 años (130.3)
Nivel de Vertimiento	279.60	Verde	Retorno 1:50 años (177.3)
Nivel de Vertimiento	279.75	Amarilla	Retorno 1:200 años (197.6)
Nivel de Vertimiento	280.00	Roja	CMP (264.9)

5.3.2. Umbrales asociados a sismos

Los umbrales asociados a sismos nos indican la ocurrencia de un evento sísmico de importancia y la necesidad de revisar las estructuras para detectar anomalías en su comportamiento y operación.

En el cuadro N° 11 se muestran los indicadores para notificar que se está desarrollando una situación de emergencia en la presa de la CH Bugaba 1.

Cuadro N° 11 – Indicadores asociados a umbrales de sismos

Indicador cualitativo	Indicador cuantitativo Aceleración (g)	Tipo de Alerta	Efectos
– Aceleración en sitio	>0.10	Blanca	movimiento menor al sismo de diseño
– Aceleración en sitio	>0.20	Verde	movimiento menor al sismo de diseño
Aceleración en sitio	>0.32	Amarilla	movimiento igual al sismo de diseño puede haber falla estructural
– Aceleración en sitio	>0.36	Roja	movimiento mayor al sismo de diseño puede haber falla estructural

Para verificar la ocurrencia de estos eventos, se pueden emplear sistemas de respaldos, los cuales permitirán conocer en tiempo real información sísmológica de la región. El Instituto de Geociencias de la Estación Sísmológica de la Universidad de Panamá (IGC), actualmente cuenta con estaciones acelerográficas y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), brinda información al público general².

5.3.3. Umbrales asociados a la instrumentación

Se recomienda verificar el comportamiento de la presa mediante el monitoreo de sus estructuras y de las demás obras de manera general siguiendo las recomendaciones que sugiere la Normas de Seguridad de Presas, el Apéndice F.

² <http://www.panamaigc-up.com/>; <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/>

Los instrumentos que monitorean el comportamiento de la presa son los primeros en detectar cualquier desviación de las condiciones de operación establecidas en el diseño de la estructura. Sin embargo, lecturas o datos fuera del rango de medición normal no son una indicación directa de una emergencia, sino un aviso de aumentar las inspecciones de las condiciones de operación tanto de los instrumentos como de la presa. En el cuadro N° 12 se presentan valores de lectura de algunos de los instrumentos que deben ser considerados como una alerta. Estas alertas deben ser atendidas prontamente para luego ser confirmadas como una ALERTA DE EMERGENCIA según el PADE.

Cuadro N° 12 – Valores de atención y alerta de los instrumentos

Instrumentos de Auscultación	Modelo/ubicación	Lectura de atención	Alerta
Sensor o regla de nivel de agua	Obra de toma antes de rejilla	279.00	Blanca
Sensor o regla de nivel de agua	Canal de descarga	217.00	Blanca

5.3.4. Umbral asociado a la inspección de la presa

El establecimiento de los umbrales asociados a las diferentes causas será resultado de las inspecciones llevadas a cabo in situ, y tendrán, lógicamente, un marcado carácter cualitativo. Estas inspecciones deben indicar tendencias de manera que deberán ser realizadas por personas capacitadas para este fin, de forma cuidadosa y regular cumpliendo con las recomendaciones del Apéndice F, de la norma de ASEP.

En el cuadro N° 13, se muestran los indicadores para notificar que se está desarrollando una situación de emergencia en la presa Bugaba 1.

Cuadro N° 13 – Indicadores cualitativos de inspección asociada a la emergencia

Grupo	Indicador	Posibles orígenes	Posibles efectos
Embalse			
Apariencia	Agrietamiento en laderas	<ul style="list-style-type: none"> – Factores Geológico – Sismos – Precipitaciones intensas 	<ul style="list-style-type: none"> – Desplazamiento de laderas en el embalse – Vertimiento del aliviadero
Movimientos	Asentamientos y desplazamientos de estructuras	<ul style="list-style-type: none"> – Factores geológicos – Sismos 	<ul style="list-style-type: none"> Rebosamiento – Perdida de agua en el embalse
Presa			
Apariencia	Fisuras en el concreto	<ul style="list-style-type: none"> – Envejecimiento del hormigón – Lavado del hormigón – Movimientos 	<ul style="list-style-type: none"> – Deterioro acelerado y progresivo – Incremento de filtraciones
	Agrietamiento profundo	<ul style="list-style-type: none"> – Sismos – Desplazamiento 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de filtraciones – Fisura progresiva – Movimientos diferenciales

Filtraciones	Humedad superficial	<ul style="list-style-type: none"> – Agrietamiento – Deterioro del hormigón – Porosidad del hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> – separación de juntas – Incremento de filtraciones
	Filtraciones través de la presa	<ul style="list-style-type: none"> – Agrietamiento – Movimientos diferenciales – Apertura de juntas 	<ul style="list-style-type: none"> – Perdida de solidos
	Burbujeo en el pie y paramentos	<ul style="list-style-type: none"> – Deterioro del cimiento – Asentamientos diferenciales en los cimientos 	<ul style="list-style-type: none"> – Rotura del cimiento – Perdida de la capacidad portante del cimiento
	Filtraciones en el cimiento	<ul style="list-style-type: none"> – Obstrucción de drenes o filtros 	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento en la presa
Movimientos	Movimiento general de la presa	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento del cimiento – Movimiento de los estribos – Sismos 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de las filtraciones – Inoperatividad de equipos hidromecánicos
	Desarrollo de irregularidades superficiales	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento del cimiento – Movimiento de los estribos – Sismos 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de la fisuración – Incremento de la filtración
	Pérdida de alineamiento en coronación	<ul style="list-style-type: none"> – Sismos – Deformabilidad del cimiento 	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento de la presa – Rotura de estructuras auxiliares
Estructuras Auxiliares			
Estructuras	– Obstrucción de la toma	– Carga de obstrucción o flotantes	<ul style="list-style-type: none"> – Rebosamiento – Daño en las rejillas
	– Vandalismo o sabotaje	– Falta de control de equipos hidromecánicos	<ul style="list-style-type: none"> – Rotura de válvulas o compuertas
Filtraciones	<ul style="list-style-type: none"> – En el hormigón – En equipos de control 	<ul style="list-style-type: none"> – Fallo de alineación – agrietamiento por deformación 	<ul style="list-style-type: none"> – Fallo general de la estructura
Movimiento	<ul style="list-style-type: none"> – En muros – En losa 	<ul style="list-style-type: none"> – Falta o insuficiencia de drenajes – Erosión interna bajo la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> – Fallo de la estructura
Válvula y compuerta	<ul style="list-style-type: none"> – No operatividad de válvulas y compuertas 	<ul style="list-style-type: none"> – Fallos en las alineaciones – Sellos dañados – Fallo de elementos mecánicos – Falla de energía 	<ul style="list-style-type: none"> – Imposibilidad de vaciado – No operatividad los equipos de desagüe – Rebosamiento

5.4 Descripción de la amenaza de falla de la presa

El embalse de la presa Bugaba 1, que se muestra en la Foto N° 1, tiene una altura máxima de 4.89m y produce un volumen de agua de aproximadamente 15,000 m³, a la cota 278.39 msnm, no representa una amenaza de crecida importante en caso de rompimiento.



Foto N° 1 - Embalse presa CH Bugaba 1.

La falla potencial de la presa produciría la salida repentina del agua del embalse. El tiempo de la falla de una presa depende del tipo de presa y las características geométricas de los taludes. Tomando como valor conservador el tiempo promedio 0.25 horas (900 segundos) para una presa de concreto que falla en múltiples bloques, resultaría que el caudal generado por esta falla sería de:

$$Q_{\text{falla}} = (15,000 \text{ m}^3)/900\text{segs}$$
$$Q_{\text{falla}} = 16.7 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Este caudal de generado por la falla es menor a una crecida ordinaria con probabilidad de ocurrencia de un año, según estudio hidrológico en la sección 3.2.

Las Normas de Seguridad de Presa de ASEP establecen que se debe evaluar la posibilidad de falla de la presa y la afectación por inundación aguas abajo sobre la infraestructura, residencias y desarrollo económico y agrícola en las riberas del río. Dado el pequeño caudal que se originaría debido a la falla de

la presa, se concluye, que dicho escenario es de menor afectación que los escenarios de crecida ordinaria y extraordinaria establecidos en la norma de ASEP.

5.5 Desarrollo de la amenaza de crecida

De acuerdo con las Normas de Seguridad de Presas de ASEP, la categorización por riesgo de potenciales impactos está basado en las pérdidas incrementales que una falla de presa pudiera dar lugar. La categorización para las presas se presenta en el cuadro N° 14.

Cuadro N° 14 - Categorización Según el riesgo potencial de una presa

Categoría	A	B	C
Riesgo	Alto	Significativo	Bajo
Pérdida directa de vidas	Seguro (en uno o más desarrollo residencial, comercial o industrial)	Incierto (localización rural con pocas residencias y solamente desarrollo transitorio o industrial)	No se esperan (debido a la localización rural sin viviendas)
Pérdida de servicios esenciales	Interrupción de instalaciones esenciales y de vías de comunicación a niveles críticos	Interrupción de instalaciones esenciales y de vías de comunicación	Ninguna interrupción de servicios, las reparaciones de los daños son simple o rápidamente reparable
Pérdidas en Propiedades	Extensa sobre instalaciones públicas y privadas	Mayor afectación pública y en instalaciones privadas	Tierras agrícolas privadas, equipos y edificios aislados
Pérdidas Ambientales	Alto costo de la mitigación o imposible de mitigar	Se requiere una mitigación importante	Daño incremental mínimo

Fuente: *Crecidas y Presas: Pautas e Historia de Casos, Boletín N° 125, International Committee on Large Dams (ICOLD), septiembre de 2003.*

De acuerdo con la localización de la presa Bugaba 1 y la localización de estructuras y viviendas aguas abajo de la presa, se clasifica la presa como de **"Categoría C"** o **"Bajo Riesgo"**. Las Normas de ASEP también establecen que para esta categoría las recomendaciones de diseño y verificación son las indicadas en la Cuadro N° 15.

Cuadro N°15 - Estimación de la Crecida de Diseño

Categoría de la Presa	Crecida de Diseño (m ³ /s)
A	$Q_d = \% \text{CMP} \text{ ó } Q_{1.000} \text{ a } Q_{5.000}$
B	$Q_d = \% \text{CMP} \text{ ó } Q_{500} \text{ a } Q_{1.000} \text{ ó AER}$
C	$Q_d = Q_{100}$

Donde:

- Q_d: Caudal máximo de diseño
- CMP: Crecida Máxima Probable
- Q_{1.000}: Crecida de recurrencia media 1.000 años
- AER: Análisis Económico de Riesgos

De acuerdo con estas recomendaciones el escenario para analizar la crecida del río Escarrea, de la presa de Bugaba 1 sería la crecida ordinaria de 1:50 años y la crecida extraordinaria de 1:100 años. Hemos realizado un escenario adicional con la crecida extraordinaria 1:200 para conocer los efectos producidos a las obras de cierre que ese ubica aguas abajo.

5.6 Conclusión de la emergencia

Una vez verificado, con razonable seguridad, que los indicadores que declararon la emergencia han desaparecido se podrá dar por terminada la misma.

Cada emergencia será finalizada mediante un reporte elaborado por los responsables de la seguridad de la presa de Bugaba 1.

5.7 Implementación del sistema de alerta hidrológico

En las Normas de Seguridad de Presa se recomienda contar con un Sistema de Alerta Hidrológico, para minimizar las consecuencias desencadenantes de una crecida extraordinaria y tomar las previsiones necesarias durante la operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1.

El responsable primario actualmente utiliza los sistemas de alerta de la Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá para conocer, con anticipación, la ocurrencia de fenómenos atmosféricos y crecidas extraordinarias en la cuenca del río Escarrea.

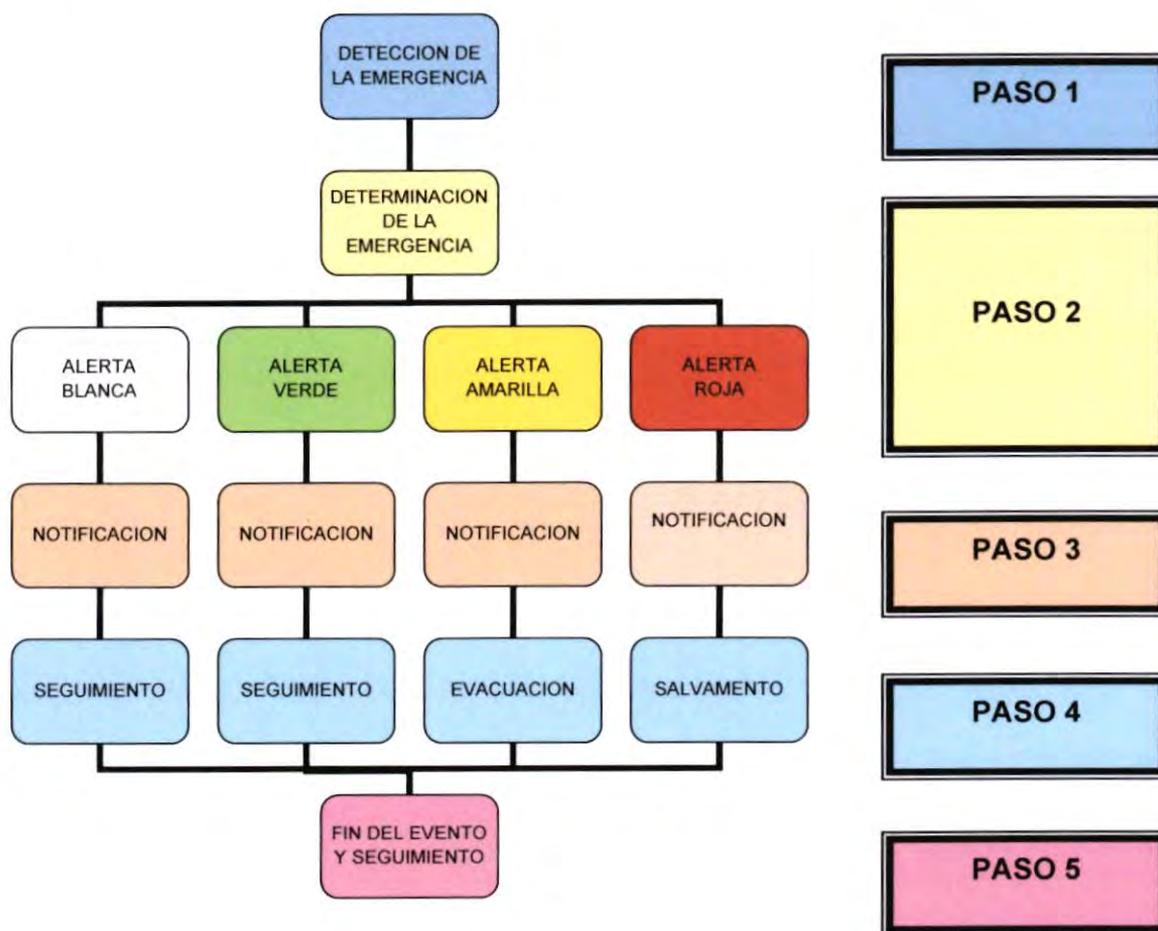
Entre los aspectos que podrían verificarse están:

- Información meteorológica y climática de tormentas
- Información de precipitación
- Secuencia de niveles en puntos de control
- Previsión de secuencias de caudales erogados, ante el ingreso de crecidas.
- Previsión de zonas inundables

Se cuenta con sirenas de emergencia que permitan emitir mensajes de alerta al público aguas abajo de la presa; al presentarse una emergencia en las presas. El sistema instalado tiene una capacidad sonora de más de 1 km para alertar al público aguas abajo de estas estructuras.

6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA

Durante el desarrollo de una emergencia en la presa de la CH Bugaba 1 se tendrán en cuenta los siguientes pasos a seguir:



6.1 Paso 1: Detección del evento

La vigilancia de los eventos estará en primera instancia bajo la responsabilidad del operador de la presa de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1. Tan pronto como un evento es observado o reportado, inmediatamente se debe determinar el nivel del evento.

6.2 Paso 2: Determinación del nivel de emergencia

El nivel de la emergencia será fijado según lo establecido en la sección 5.2 y 5.3 de este documento. La determinación del nivel de emergencia será en primera instancia bajo la responsabilidad del operador de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1.

6.3 Paso 3: Niveles de comunicación y notificación

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., es el responsable primario encargado de declarar las alertas y quien notificará la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a SINAPROC-COE, UTESEP de ASEP, CND, IMPHA, autoridades locales y las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo dependiendo del nivel de alerta detectado.³

6.3.1 Modelos de notificación

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., notificará el nivel de alerta de acuerdo con los siguientes modelos:

Cuadro Nº 16 - Modelo de Notificaciones

Alerta	Modelo de Notificación
Blanca	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 localizada sobre el río Escarrea, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de alerta y se activa el nivel de Alerta Blanca. El motivo de la emergencia es el siguiente: (* Especificar la causa) Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 838-559 .
Verde	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 localizada sobre el río Escarrea, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de alerta y se activa el nivel de Alerta Verde. El motivo de la emergencia es el siguiente: (* Especificar la causa) Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 838-559 .
Amarilla	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 localizada sobre el río Escarrea, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Amarilla. Manténgase en contacto e informado sobre la siguiente notificación y/o terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 838-559 .
Roja	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 localizada sobre el río Escarrea, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Roja. La falla de la presa es inminente o ha iniciado o la crecida por motivos hidrológicos se estima será como lo indica el Mapa de Inundación. Se recomienda a las instituciones

³ Resolución AN No. 11761- Elec, del 9 de noviembre del 2017.

públicas responsables iniciar las tareas de protección, control y rescate o salvamento del público que no haya sido evacuado.

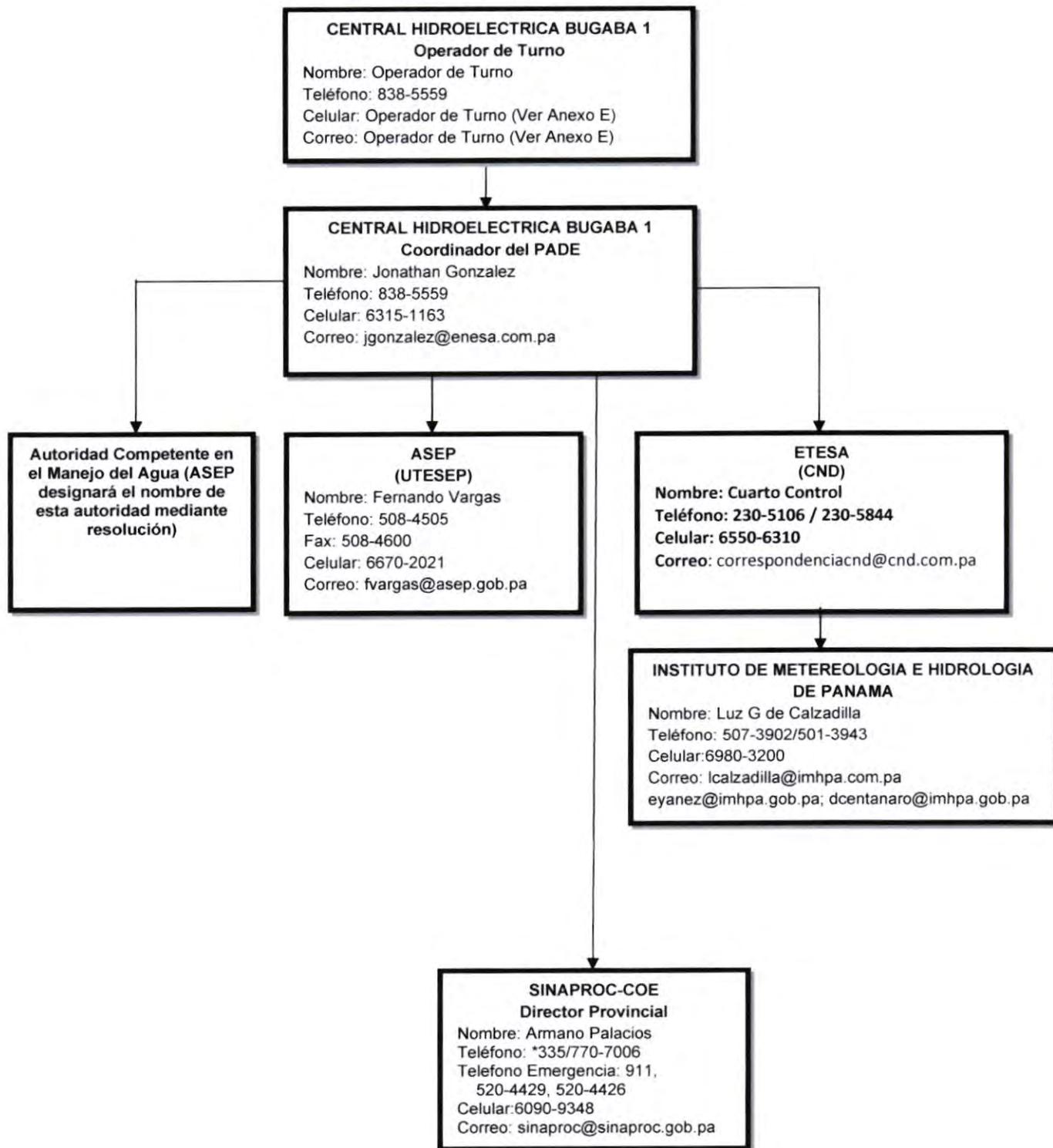
Manténgase en contacto e informado sobre la terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: **838-559**.

(*) Se indicará la causa específica que dio motivo a la alerta

6.3.2 Flujo de notificaciones

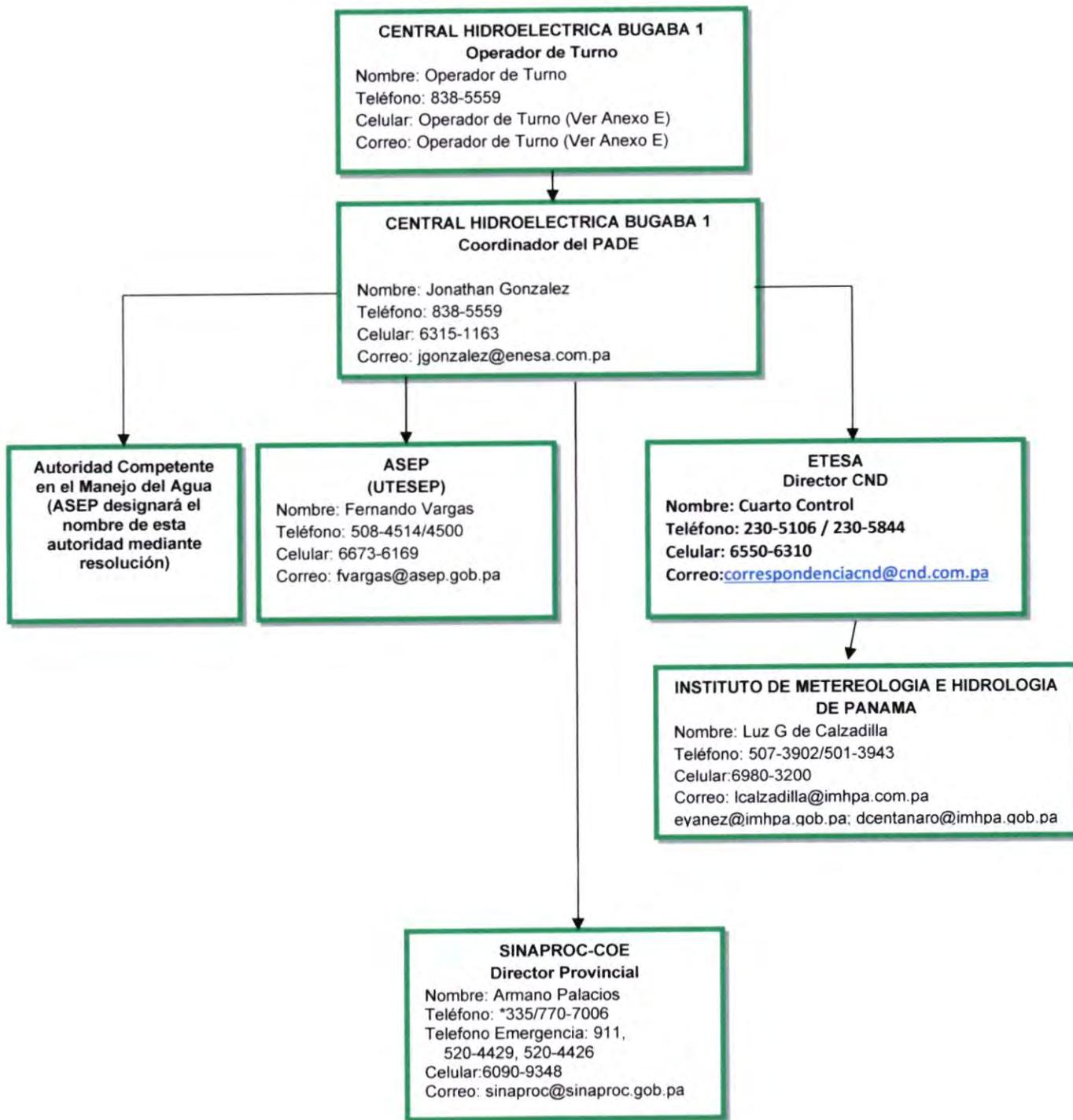
Estos diagramas deberán estar ubicados en lugares visibles y en la oficina de los responsables primarios involucrados en cada alerta. A continuación, se presentan los diagramas de avisos para cada alerta:

ALERTA BLANCA
Directorio de Notificaciones



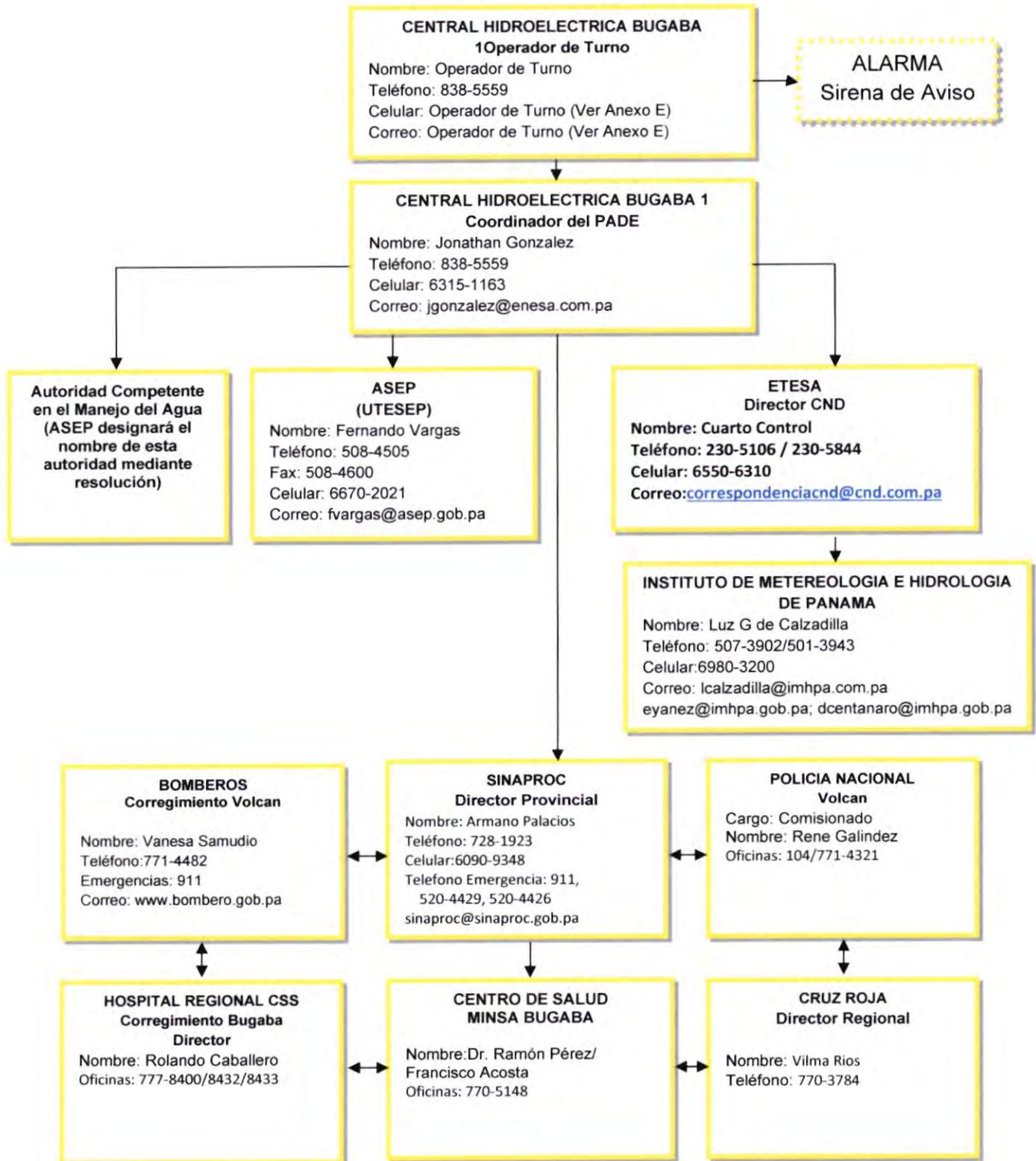
NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

ALERTA VERDE Directorio de Notificaciones



NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

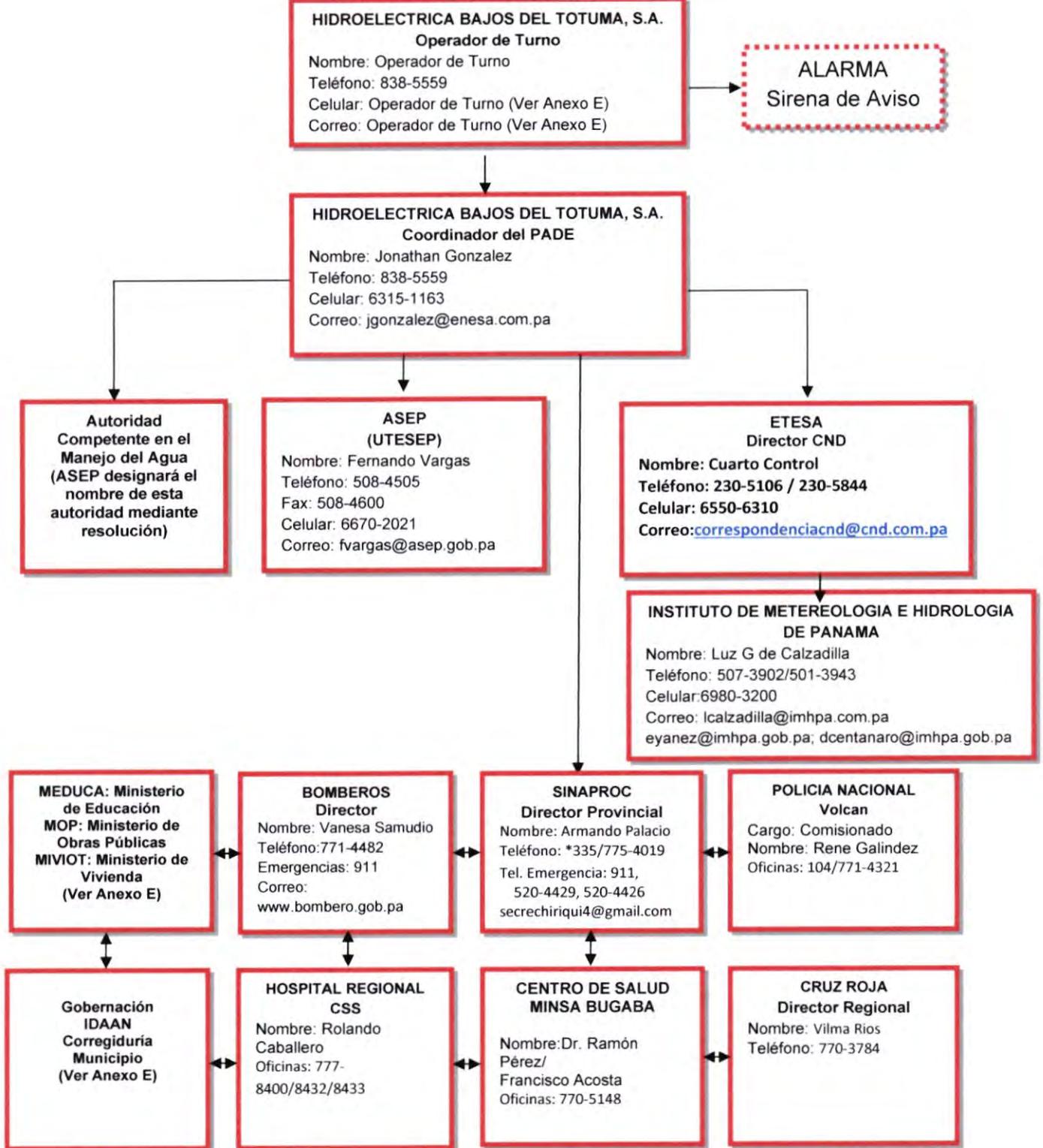
ALERTA AMARILLA Directorio de Notificaciones



NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.

ALERTA ROJA

Directorio de Notificaciones



NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

6.3.3 Vinculación con el sistema de protección civil. Planes de evacuación

El coordinador del PADE, notificará a la dirección provincial de SINAPROC-COE la alerta correspondiente, para que este a su vez coordine con las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, radioaficionados, escuelas e instituciones públicas, las actuaciones de salvaguardar la vida y bienes de la población ubicada aguas abajo de la presa.

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A., deberá definir con los organismos de protección pública las estrategias de imagen y comunicación; identificación, gestión y firma de acuerdos con interlocutores válidos en las organizaciones de protección civil. Además, instituir protocolos de aviso, actualización y suministro de la lista de contactos actualizada anualmente, diagramas de avisos para cada categoría de emergencia, códigos y validación.

SINAPROC-COE y las autoridades locales serán responsables de llevar a cabo las acciones para cada alerta según la situación que se esté desarrollando en el momento. Estas instituciones diseñaran e implementaran un sistema de atención temprana que involucren a las comunidades que se podrían ver afectadas por la falla de la presa.

Las autoridades de protección pública procuraran la seguridad de las zonas vulnerables y de las afectadas hasta después de una emergencia.

Las autoridades municipales, así como el Ministerio de Vivienda (MIVI), son responsables de la planificación de los asentamientos aguas abajo de la presa Bugaba 1, por tal motivo deberán considerar los planos de los escenarios analizados en el PADE, para evitar los asentamientos en áreas inundables.

Las acciones de monitoreo y vigilancia para hacer las predicciones meteorológicas estarán a cargo del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA). Este sistema deberá ser confiable y eficiente brindando información en tiempo real para la toma de decisiones y el control de las áreas vulnerables.

Es de gran importancia incluir a la población aguas abajo en el plan de alerta temprana, para que los responsables comunitarios puedan elaborar de manera coordinada sus planes de evacuación. Ellos deberán contar con sistemas de comunicación para avisarles sobre cualquier emergencia que se esté desarrollando aguas arriba de la presa, al mismo tiempo reciban información de la red de vigilancia y control de amenazas meteorológicas, permitiéndoles tomar medidas preventivas en cada situación que se les presente.

6.4 Paso 4: Acciones durante la emergencia

Durante el tiempo que tome la emergencia se realizaran las siguientes acciones de vigilancia y control hasta finalizar el evento:

Cuadro N° 17 - Acciones a tomar durante la emergencia

Alerta	Crecida	Sismo	Auscultación/Inspección/ Incendio/Sabotaje/accidentes
Blanca	Monitoreo del nivel del embalse. Inspección general de la presa. Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológico.	Monitoreo del nivel del embalse. Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspeccionar la condición de la presa y taludes.	Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de la presa, obra de toma, desarenador y cámara de carga. Inspección de casa de máquinas.
Verde	Monitoreo del nivel del embalse. Inspección general de la presa. Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica. Alerta de Sirena por vertimiento.	Monitoreo del nivel del embalse. Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspeccionar la condición de la presa y taludes.	Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de la presa, obra de toma, desarenador y cámara de carga. Inspección de casa de máquinas.
Amarilla	Monitoreo del nivel del embalse. Inspección general de la presa. Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológico. Alerta de Sirena por vertimiento. Aviso de evacuación al público.	Monitoreo del nivel del embalse. Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspección general de las estructuras principales y la presa.	Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de la presa, obra de toma, desarenador y cámara de carga. Inspección de casa de máquinas.
Roja	Alerta de Sirena por vertimiento. De alcanzar la cota 280.00 msnm en la presa, evacuar el personal en el área. Vigilar desarenador y cámara de carga. Evacuación el personal operativo en presa y casa de máquinas.	Verificación del Sismo en otras fuentes. Desalojo de casa de máquinas durante evento sísmico.	Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de la presa, obra de toma, desarenador y cámara de carga. Inspección de casa de máquinas.

RESPONSABLE: Coordinador del PADE o Gerente de Operaciones.

6.4.1 Definición de las acciones de emergencia

- **Monitoreo Nivel del embalse:** seguimiento y control de la variación de los niveles según las condiciones hidrológicas.

- **Inspección de la presa, obra de toma, desarenador y cámara de carga:** revisión de la presa y casa de máquinas para confirmar anomalías en las estructuras: grietas, fisuras, filtraciones, desplazamientos, asentamientos, deslizamientos de taludes, etc.
- **Alerta de sirena de vertimiento:** avisar al público aguas abajo del río el paso de una crecida extraordinaria en las áreas cercanas a la orilla del río y la búsqueda de refugio en lugares altos. Se debe establecer un código para indicar la magnitud de vertimiento.
- **Aviso de evacuación al público:** notificar a las autoridades responsables de la evacuación del público en el cauce del río y en las orillas a zonas seguras, ver Anexo B.
- **De alcanzar la cota 280.00 msnm en la presa, evacuar el personal en el área:** suspender trabajos de mantenimiento y reparación en la presa y desarenador, mantener vigilancia de estas estructuras. Reportar niveles del embalse cada 10 minutos.
- **Evacuar el personal de casa de máquinas:** De alcanzar un nivel de 216.00 msnm en el canal de descarga se deberá detener la operación y proceder a evacuar la casa de máquinas.

6.4.2 Formulario de registro de Evento

Cada vez que sea declarada una alarma serán registrados los datos durante el evento en un formulario que permita conocer la efectividad y las deficiencias del procedimiento y hacer las correcciones correspondientes. En el ANEXO A se presenta un modelo de formulario.

6.5 Paso 5: Terminación

Una vez que la emergencia fue activada, los procedimientos realizados y la emergencia ha finalizado, las operaciones del PADE serán finalizadas.

6.5.1 Responsabilidades de la Terminación

El operador comunicará al Gerente de Operaciones y este a las autoridades y a las oficinas de manejo de emergencias la finalización de la condición de emergencia.

El oficial de seguridad de presa inspeccionará la presa y realizará un reporte de daños y acciones correctivas inmediatas.

El operador de la presa elaborará un reporte sobre la terminación del evento y sobre las consecuencias o experiencias del mismo. En el ANEXO A se presenta un modelo de este formulario.

En caso de evacuación del personal de su sitio de trabajo, hacia un punto seguro de reunión, se verificará la lista del personal evacuado por todos los participantes antes de finalizar la emergencia y regresar a sus puestos de trabajo.

7. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

La confección de los mapas de inundación para el evento de rotura de presa o crecida ordinaria y extraordinaria de la CH Bugaba 1, se realizaron tomando en cuenta los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad de Presas de la ASEP.

En el Anexo D Análisis Hidráulico del Río Escarrea, se presenta un resumen del análisis, los datos de entrada, secciones transversales y resultados del programa GEO-HECRAS, también en el Anexo Digital (CD) se presentan los datos, mapas y resultados que por su volumen y tamaño no pueden ser presentados en este informe.

7.1 Estudio de la situación de emergencia

En el siguiente cuadro se presentan las situaciones de emergencias analizadas:

Cuadro N° 18 - Escenarios de Análisis para Emergencias

Caso	Escenarios Basados en la Norma ASEP	Escenario Análogo	Caudal Máximo (m ³ /s)
1	Crecida ordinaria con periodo de retorno de 1:50 años	Escenario 0	177.31
1	Crecida extraordinaria con periodo de retorno de 1:200 años	Escenario 1	197.55
1	Crecida Máxima Probable CMP	Verificación	268.30
2	Colapso estructural de la presa en operación normal	No aplica	
3	Colapso estructural de la presa en crecida extraordinaria	No aplica	
4	Apertura súbita de compuertas	No aplica	
5	Falla de operación de las estructuras de descarga	No aplica	
6	Vaciado controlado o vaciado rápido de la presa	No aplica	

- **Bajo condiciones de crecida ordinaria y extraordinaria:** En este caso se analiza los efectos del paso de las crecidas de periodo de retorno 1:50 años, 1:200 años y CMP años. Los resultados se presentan en los mapas de inundación.
- **Por colapso estructural presa en condición de operación normal:** este escenario no aplica, ya que el volumen del embalse no es considerable. La zona inundada por el colapso de la presa no es mayor que la zona inundada de los escenarios 0 y 1 presentados en los mapas de inundación.
- **Por colapso estructural presa durante crecida ordinaria o extraordinaria:** este escenario no aplica, ya que, el volumen del embalse es poco considerable. La zona inundada por el colapso de la presa durante una crecida no es mayor que la zona inundada de los escenarios 0 y 1 presentados en los mapas de inundación.
- **Por apertura súbita de compuertas:** No aplica, ya que esta presa no tiene compuertas.

- **Por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga:** No aplica porque no tiene estructuras hidráulicas de descarga.
- **Por vaciado controlado ó vaciado rápido a causa de un problema en la presa:** No aplica, ya que, no existen estructuras como desagües de fondo para realizar un vaciado rápido o controlado de la presa.

7.2 Análisis hidráulico

El programa usado para realizar el análisis hidráulico del río ha sido el GEO-HECRAS, desarrollado por GEO-Civil y HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center (HEC) del United States Army Corps of Engineers), es un método unidimensional que modela el comportamiento del río a partir de la topografía, las características hidráulicas del lecho del río para los caudales de los diferentes escenarios.

7.2.1 Crecidas ordinaria y extraordinarias

Se ha incluido como datos hidráulicos en el HEC- RAS, los caudales de crecida ordinaria TR: 1:50 y extraordinarias TR: 1:100, TR: 1:1000 años, que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 19 – Caudales máximos de descarga y Condiciones de Borde

Recurrencia (años)	Caudal (m ³ /s)	Nivel en Bugaba1 (msnm)	Nivel en Bugaba2 (msnm)
Nivel Vertido	0.0	278.39	204.24
50	177.31	279.97	206.31
200	197.55	280.10	206.46
CMP	268.30	280.54	207.24

7.2.2 Secciones y Rugosidad del lecho del río

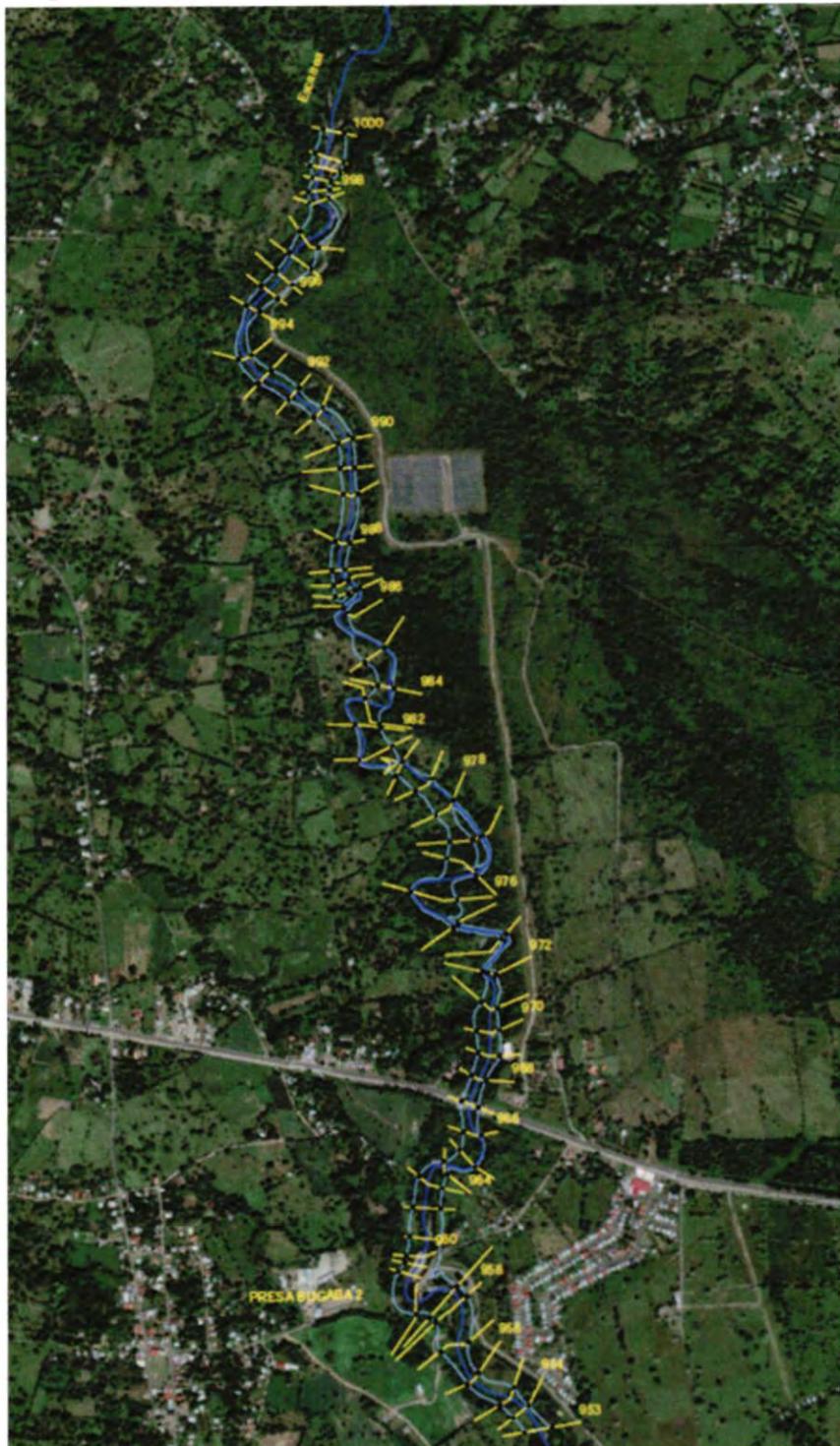
De la topografía obtenida de los datos de terreno DTM del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia se han preparado la geometría y secciones transversales del río Escarrea desde la presa de Bugaba 1 hasta aguas abajo de la presa Bugaba 2.

En la Figura N°5 se presenta del alineamiento usado para definir el cauce del río y las secciones transversales para los datos topográficos y rugosidad de lecho. Todas las secciones generadas por el programa GEO-HECRAS y las estructuras hidráulicas definidas a lo largo del tramo en estudio se encuentran en el anexo digital de este reporte.

7.2.3 Condiciones de Borde para calibración del modelo hidráulico

En el cuadro N°20 se presentan las condiciones de borde que fueron utilizadas para calibrar el modelo y que se verifica en el cuadro N°D6 del Anexo D.

Figura N° 5 – Geometría del Cauze del río y Secciones Transversales



7.3 Resultados

En el cuadro N°20 y N°21 se presentan las características parciales de las crecidas 50 y 200 años. Esta información se muestra completa en los mapas de inundación en forma gráfica.

Cuadro N° 20 – Resultados por Estación de Tirante, Tiempo y Velocidad de la Crecida de 1:50años

Estación	Cadena	Tiempo	Velocidad	Tirante	COMENTARIO
	m	min	m/seg	m	
1000.0	5717	0.0	1.1	3.5	
999.3	5637	1.7	0.5	6.5	
999.0	5602	3.3	0.3	12.1	
998.9	5602	3.3	0.0	1.8	Presa Bugaba 1
998.6	5567	3.6	1.9	2.5	
998.3	5528	3.9	2.5	2.0	
993.0	4813	10.3	2.0	2.5	
992.0	4710	11.1	2.4	2.4	
991.0	4610	11.7	3.5	1.9	
975.0	2401	30.0	0.9	2.8	
974.0	2233	31.1	4.5	2.5	
973.0	2082	31.7	3.2	3.6	
972.0	1942	32.4	3.4	3.3	
971.0	1812	33.1	3.2	1.6	
970.0	1742	33.6	1.5	2.4	
969.0	1672	34.3	1.9	2.2	Casa de Máquinas Bugaba 1
968.0	1594	34.8	3.4	1.7	
967.0	1514	35.3	2.1	2.4	
967.0	1513	35.3	0.0	9.03 (*)	Puente Interamericana
966.0	1411	36.0	2.3	2.1	
965.0	1306	36.8	2.0	2.7	
964.0	1212	37.4	3.6	2.1	
963.0	1127	38.1	0.6	5.9	
962.0	1053	40.1	0.6	5.1	
961.0	958	42.6	0.0	0.0	
961.0	956	42.7	0.7	4.9	
960.0	901	44.2	0.6	5.3	
959.8	872	45.3	0.3	5.8	
959.6	837	46.9	0.4	5.8	
959.0	732	51.8	0.3	7.2	
958.9	728	52.0	0.0	2.1	Presas Bugaba 2
958.2	609	52.9	2.1	1.8	
958.0	570	53.2	3.3	1.3	
957.0	437	54.1	1.3	3.0	
954.0	137	56.3	3.1	1.5	
953.0	60	56.8	2.0	1.7	

(*) Borde Libre

Cuadro N° 21 – Resultados por Estación de Tirante, Tiempo y Velocidad de la Crecida de 1:200años

Estacion	Cadena	Tiempo	Velocidad	Tirante	COMENTARIO
	m	min	m/seg	m	
1000.0	5717	0.0	1.1	3.63	
999.3	5637	1.6	0.5	6.66	
999.0	5602	3.0	0.3	12.26	
998.9	5602	3.1	0.0	1.97	Presa Bugaba 1
998.6	5567	3.3	2.0	2.60	
998.3	5528	3.6	2.6	2.12	
993.0	4813	9.8	2.0	2.65	
992.0	4710	10.5	2.5	2.51	
991.0	4610	11.1	3.6	1.99	
975.0	2401	28.9	1.0	2.85	
974.0	2233	30.2	3.5	3.04	
973.0	2082	30.9	3.4	3.82	
972.0	1942	31.6	3.5	3.40	
971.0	1812	32.2	3.3	1.66	
970.0	1742	32.7	1.6	2.54	
969.0	1672	33.4	2.0	2.26	Casa de Máquinas Bugaba 1
968.0	1594	33.9	3.5	1.84	
967.0	1514	34.3	2.2	2.50	
967.0	1513	34.3	0.0	8.67 (*)	Puente Interamericana
966.0	1411	35.1	2.4	2.16	
965.0	1306	35.8	2.0	2.81	
964.0	1212	36.4	3.7	2.26	
963.0	1127	37.1	0.6	6.05	
962.0	1053	39.0	0.7	5.22	
961.0	958	41.3	0.0	0.00	
961.0	956	41.4	0.7	5.06	
960.0	901	42.8	0.6	5.40	
959.8	872	43.7	0.4	5.97	
959.6	837	45.2	0.4	5.97	
959.0	732	49.7	0.4	7.35	
958.9	728	49.9	0.0	2.23	Presa Bugaba 2
958.2	609	50.8	2.2	1.93	
958.0	570	51.1	3.4	1.41	
957.0	437	52.0	1.3	3.17	
954.0	137	54.1	3.2	1.58	
953.0	60	54.5	2.1	1.74	

(*) Borde Libre

7.4 Mapas de Inundación.

Los mapas geo referenciados generados por el programa GEO-HECRAS, han sido presentados con imágenes satelitales recientes y con los mapas cartográficos de la región (IGNTG). En el Anexos B se presentan copias impresas en formato 11x17 de los siguientes mapas:

- Mapas de inundación de los escenarios analizados sobre planos cartográficos.
- Mapas de inundación con identificación a colores del tirante del agua para los escenarios analizados. Se incluye el cuadro de características de la crecida en diferentes estacionamientos, iniciando con la estación 0k+00 en la presa de Bugaba 1.

En el anexo digital se encuentran los mapas en los siguientes formatos:

- Formato dwg (autocad versión 2018)
- Formato pdf de todos los planos
- Formato KFZ para visualización en Google Earth de las manchas de inundación.

8. ESTUDIO DE AFECTACIÓN DE LA RIBERA DE EMBALSE Y VALLE

Este estudio se realiza para determinar las zonas inundables aguas abajo de la presa, debido las condiciones de emergencia establecidas en la sección 7.1 de este reporte. Tomando en cuenta que el colapso de la presa no produce una afectación mayor a los escenarios 0 y 1, no se confecciona un mapa de inundación para este escenario. De acuerdo a las Normas de Seguridad de Presas se analizan las siguientes afectaciones:

- **Por la ocurrencia de diferentes ondas de Crecidas:** este escenario corresponde con los tres primeros casos o escenarios de emergencias analizados. En este escenario se debe obtener la mancha de inundación en caso de darse crecidas ordinarias y extraordinarias (Crecida de 1:50, 1:200 años).
- **Por Remanso Hidráulico:** Este escenario corresponde a los escenarios analizados, la crecida produce una elevación del embalse que se refleja en la mancha de inundación aguas arriba de la presase.
- **Por probables usos de la estructura de evacuación:** Este escenario no aplica, ya que, la presa Bugaba 1, no cuenta con desagües de fondo, y su única estructura de evacuación es su vertedero libre.
- **Por cambios en las funciones de la presa:** Este escenario no aplica, ya que, la presa Bugaba 1, ha sido diseñada para el uso de la generación hidroeléctrico.
- **Por transporte de sedimentos:** Este escenario no aplica, ya que, la presa Bugaba 1 es muy pequeña, no se acumula gran cantidad de sedimentos.
- **Por inundación súbita:** Por ser una presa de pasada y con gran cantidad de sedimentos las crecidas transitan inmediatamente sobre el vertedero sin inundación súbita.

8.1 Descripción de la Zona Inundable y Riesgo para Categorización

A continuación, se presentan el resumen de las áreas afectadas por la mancha de inundación de los escenarios estudiados. Estas áreas se obtienen de los planos confeccionados que incluyen la mancha de inundación obtenida de GEO-HERAS, la cartografía actualizada, el uso de suelos establecido en los planos de IGNTG de las zonas cercanas al río Escarrea.

8.1.1. Mapa de Inundación Crecida 1:50 años

Las características y efectos que se pueden observar en las áreas inundadas en este escenario son los siguientes:

Cuadro N° 22 - Presa de Bugaba 1 - Crecida 1:50 años

Descripción	Unidad	Cantidad
Área de inundación	Has.	30.6
Cantidad de viviendas afectadas	Unidad	0
Estructuras viales afectadas	Unidad	0
Áreas de producción agrícola afectada	Has.	2.5
Área de Bosques inundados	Has	9.3

8.1.2. Mapa de Inundación Crecida 1:200

Las características y efectos que se pueden observar en las áreas inundadas en este escenario son los siguientes:

Cuadro N° 23 - Presa de Derivación – efectos por crecida 1:100 años

Descripción	Unidad	Cantidad
Área de inundación	Has.	30.7
Cantidad de viviendas afectadas	Unidad	0
Estructuras viales afectadas	Unidad	0
Áreas de producción agrícola afectada	Has.	2.2
Área de Bosques inundados	Has	9.1

8.1.3. Categorización de la presa Bugaba 1

De acuerdo con los resultados de las afectaciones para los escenarios en el estudio hidráulico del río Escarra se concluye:

- No hay viviendas ni pérdidas de vidas en la zona de inundación
- No hay pérdida de servicios esenciales en la zona de inundación
- No hay pérdidas en propiedades en la zona inundada
- Ninguna afectación de la zona inundada permanece por más de un año.
- La afectación en zona de cultivos es de 2.5 Has
- La afectación de zona de bosques protectores es de 9.3 Has

Por lo tanto, se categoriza la presa de Bugaba 1 como de bajo riesgo potencial.

9. RECOMENDACIONES PARA EL PLAN DE EMERGENCIA

Como recomendaciones se sugiere:

- Actualizar la información de elevación y localización de las viviendas cercanas al río Escarrea cuando se den cambios en el uso del suelo en las regiones cercanas al río Escarrea.
- Actualización anual de los datos de las personas de contacto en el Flujo de Comunicación.

10. ANEXOS

- ANEXO A** - Formulario para registro de eventos
- ANEXO B** - Mapas de inundación de la CH Bugaba 1
- ANEXO C** - Planos como construidos de la CH Bugaba 1
- ANEXO D** - Análisis hidráulico del río Escarrea
- ANEXO E** - Directorio de contactos alternativos
- ANEXO F** - Plan de simulacro para emergencias
- ANEXO G** - Plan de riesgo de gestión profesional (Anexo Digital)

ANEXO A
Formulario para registro de eventos

A. FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS

A.1. Preliminares

Fecha: _____

Registro de causas y efectos inmediatamente después de la emergencia. La persona del contacto inicial debe recoger todos los datos para poder enfrentar otra posible situación de emergencia.

Notificación: Alerta Blanca

Contacto	Contactado (sí /no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
ETESA (CND)			
IMHPA			
SINAPROC-COE			

Notificación: Alerta Verde

Contacto	Contactado (sí /no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
ETESA (CND)			
IMHPA			
SINAPROC-COE			

Notificación: Alerta Amarilla

Contacto	Contactado (sí /no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
ETESA (CND)			
IMHPA			
Bomberos			
SINAPROC-COE			
Policía Nacional			
Hospitales			
Centro de Salud			
Cruz Roja			

Notificación: Alerta Roja

Contacto	Contactado (sí/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
ETESA (CND)			
IMHPA			
Bomberos			
SINAPROC			
Policía Nacional			
Hospitales			
Centro de Salud			
Cruz Roja			

NOTA: En el ANEXO E se presentan los contactos alternativos que participan en el nivel de emergencia de la alerta roja.

A.3. Reporte después del evento

Fecha: _____ Hora: _____

Condiciones del Clima: _____

Descripción General de la Situación de Emergencia: _____

Áreas afectadas: _____

Daños de las Estructuras que conforman la Central: _____

Posibles Causas: _____

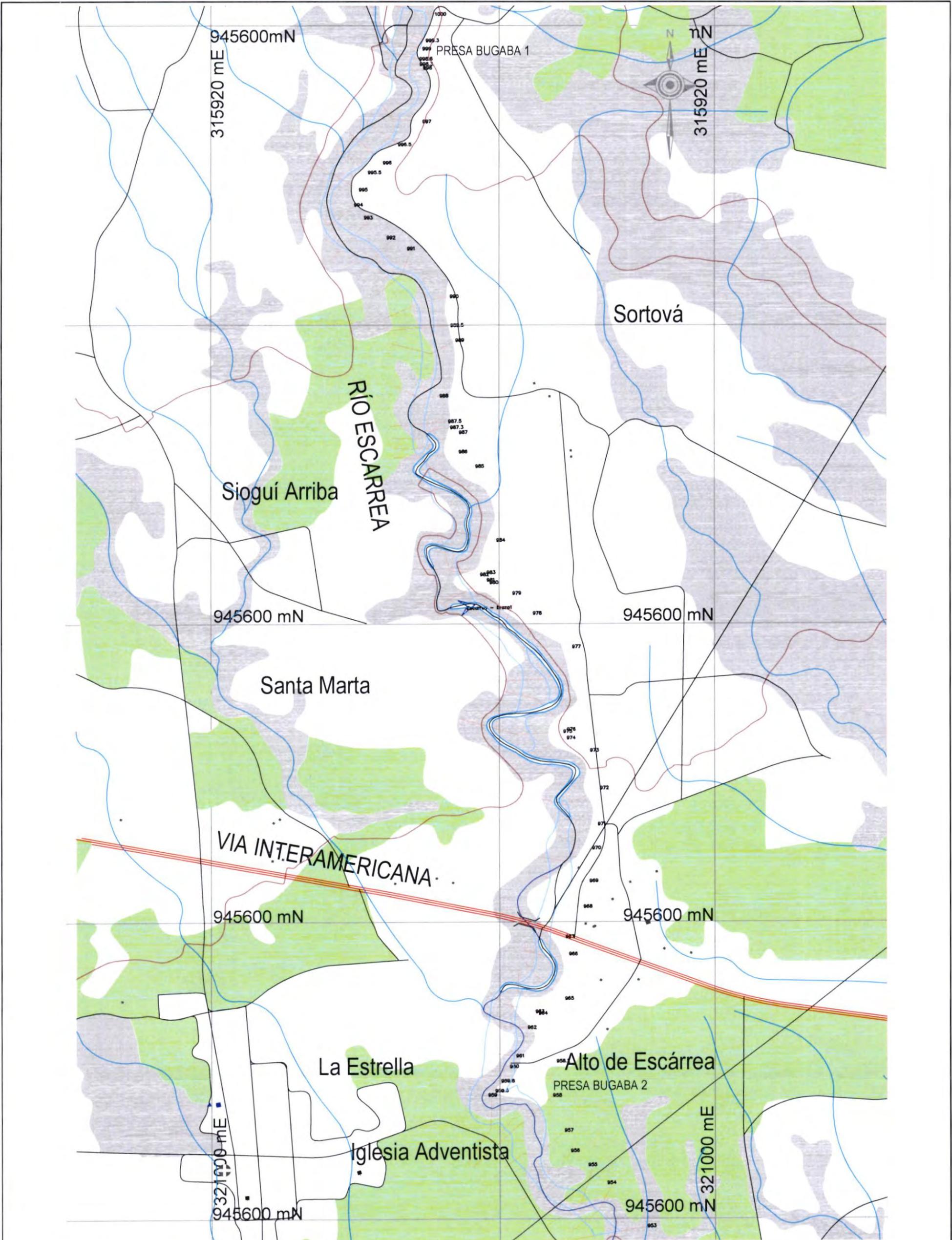
Efectos en la Operación de la Presa: _____

Elevación inicial del Embalse: _____ Hora: _____

Máxima Elevación del Embalse: _____ Hora: _____

Elevación final del Embalse: _____ Hora: _____

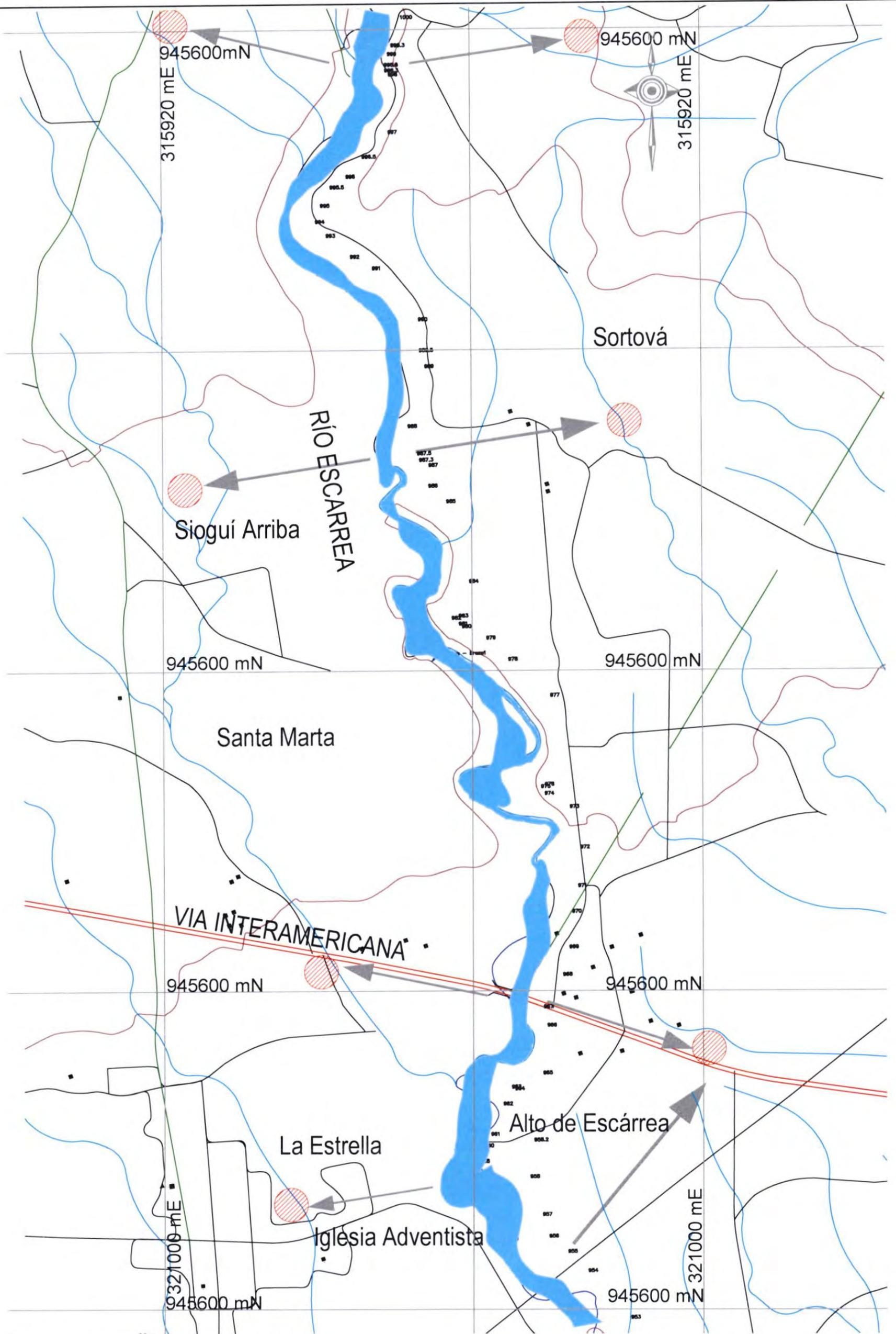
ANEXO B
Mapas de inundación de la CH Bugaba 1



REPUBLICA DE PANAMÁ	
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1	
PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA	
MAPA DE LOCALIZACIÓN	
EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A.	FECHA: ABRIL-2024
	DATUM: WGS-84
	ESCALA: 1/25000
	PLANO Nº: ANEXO B.1

LEYENDA:

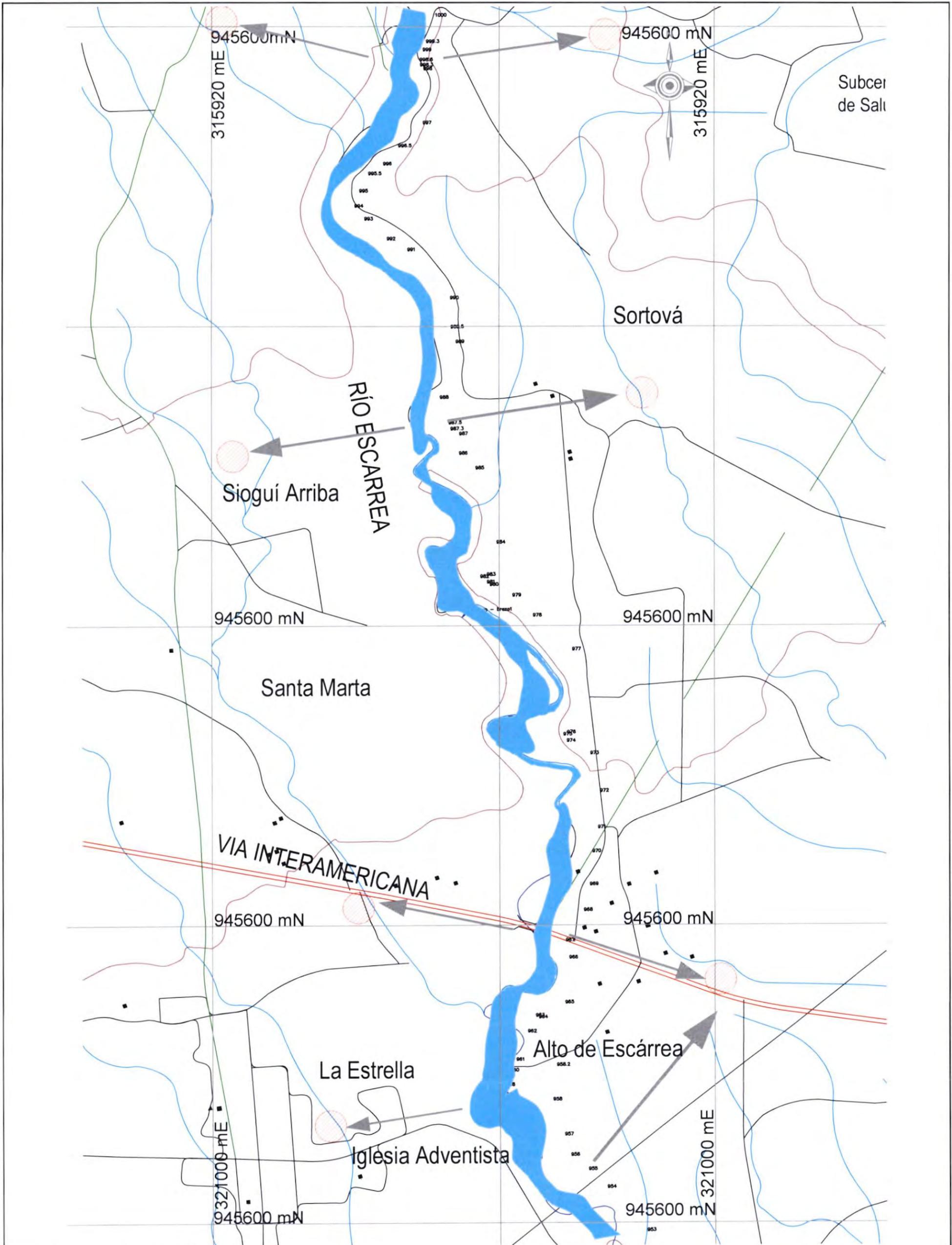
	ZONAS BOSCOSA
	ZONAS CULTIVO
	CASITAS



REPUBLICA DE PANAMÁ	
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1	
PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA	
MAPA DE INUNDACIÓN CRECIDA 1 50 AÑOS	
FECHA:	ABRIL-2024
DATUM:	WGS-84
ESCALA:	1/25000
PLANO N°:	ANEXO B.2
ARHSA ARAMOS HIDRO, S.A.	

LEYENDA:

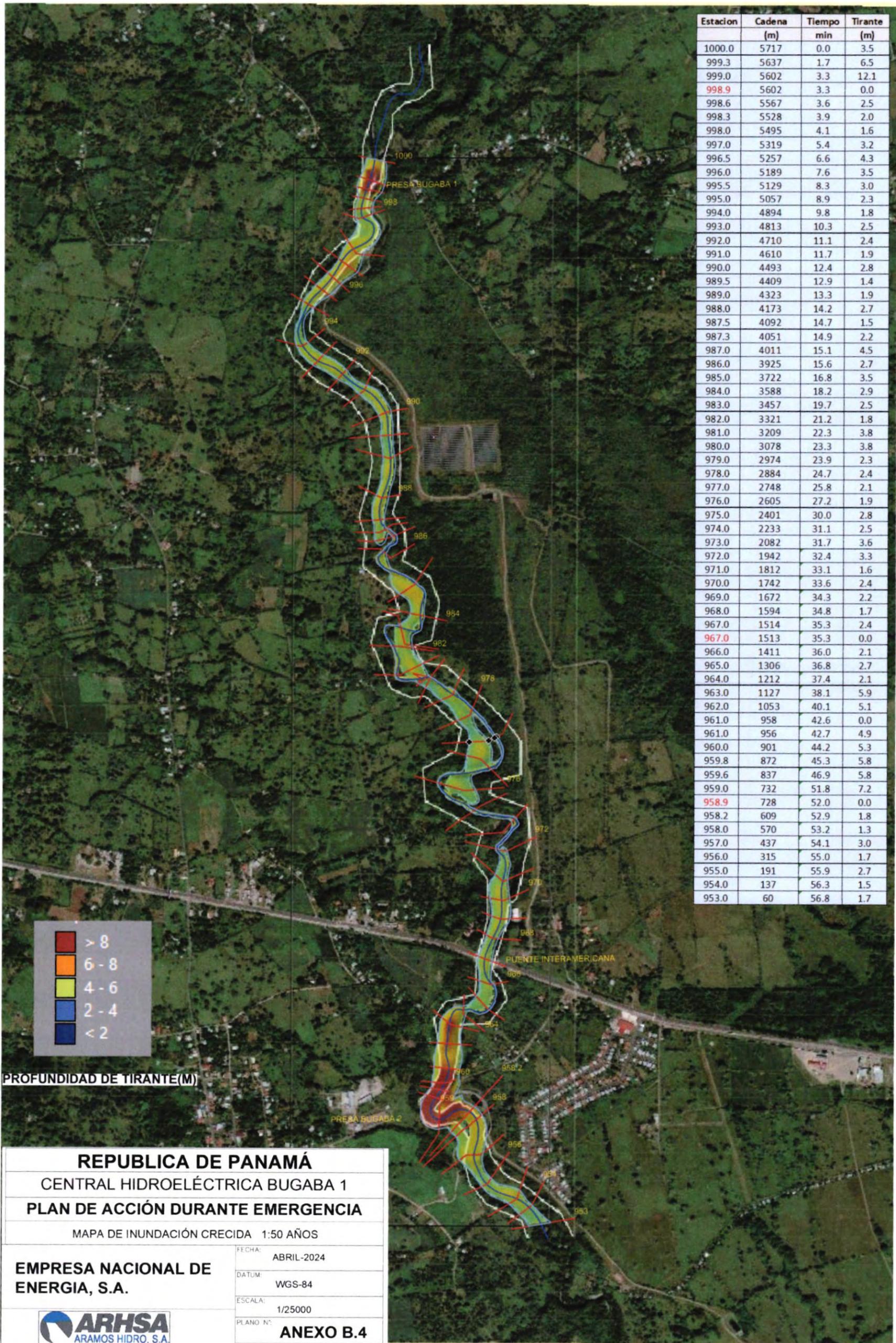
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA



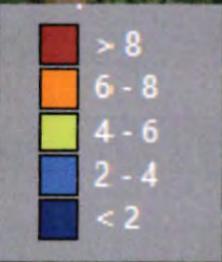
REPUBLICA DE PANAMÁ	
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1	
PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA	
MAPA DE INUNDACIÓN CRECIDA 1:200 AÑOS	
EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A.	FECHA: ABRIL 2024
	DATUM: WGS-84
	ESCALA: 1/25000
	PLANO N°: ANEXO B.3

LEYENDA:

- MANCHA DE INUNDACIÓN
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA



Estacion	Cadena (m)	Tiempo min	Tirante (m)
1000.0	5717	0.0	3.5
999.3	5637	1.7	6.5
999.0	5602	3.3	12.1
998.9	5602	3.3	0.0
998.6	5567	3.6	2.5
998.3	5528	3.9	2.0
998.0	5495	4.1	1.6
997.0	5319	5.4	3.2
996.5	5257	6.6	4.3
996.0	5189	7.6	3.5
995.5	5129	8.3	3.0
995.0	5057	8.9	2.3
994.0	4894	9.8	1.8
993.0	4813	10.3	2.5
992.0	4710	11.1	2.4
991.0	4610	11.7	1.9
990.0	4493	12.4	2.8
989.5	4409	12.9	1.4
989.0	4323	13.3	1.9
988.0	4173	14.2	2.7
987.5	4092	14.7	1.5
987.3	4051	14.9	2.2
987.0	4011	15.1	4.5
986.0	3925	15.6	2.7
985.0	3722	16.8	3.5
984.0	3588	18.2	2.9
983.0	3457	19.7	2.5
982.0	3321	21.2	1.8
981.0	3209	22.3	3.8
980.0	3078	23.3	3.8
979.0	2974	23.9	2.3
978.0	2884	24.7	2.4
977.0	2748	25.8	2.1
976.0	2605	27.2	1.9
975.0	2401	30.0	2.8
974.0	2233	31.1	2.5
973.0	2082	31.7	3.6
972.0	1942	32.4	3.3
971.0	1812	33.1	1.6
970.0	1742	33.6	2.4
969.0	1672	34.3	2.2
968.0	1594	34.8	1.7
967.0	1514	35.3	2.4
967.0	1513	35.3	0.0
966.0	1411	36.0	2.1
965.0	1306	36.8	2.7
964.0	1212	37.4	2.1
963.0	1127	38.1	5.9
962.0	1053	40.1	5.1
961.0	958	42.6	0.0
961.0	956	42.7	4.9
960.0	901	44.2	5.3
959.8	872	45.3	5.8
959.6	837	46.9	5.8
959.0	732	51.8	7.2
958.9	728	52.0	0.0
958.2	609	52.9	1.8
958.0	570	53.2	1.3
957.0	437	54.1	3.0
956.0	315	55.0	1.7
955.0	191	55.9	2.7
954.0	137	56.3	1.5
953.0	60	56.8	1.7



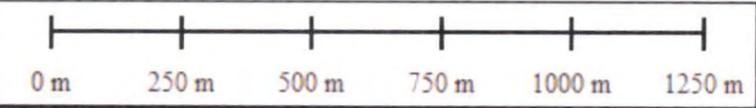
PROFUNDIDAD DE TIRANTE(M)

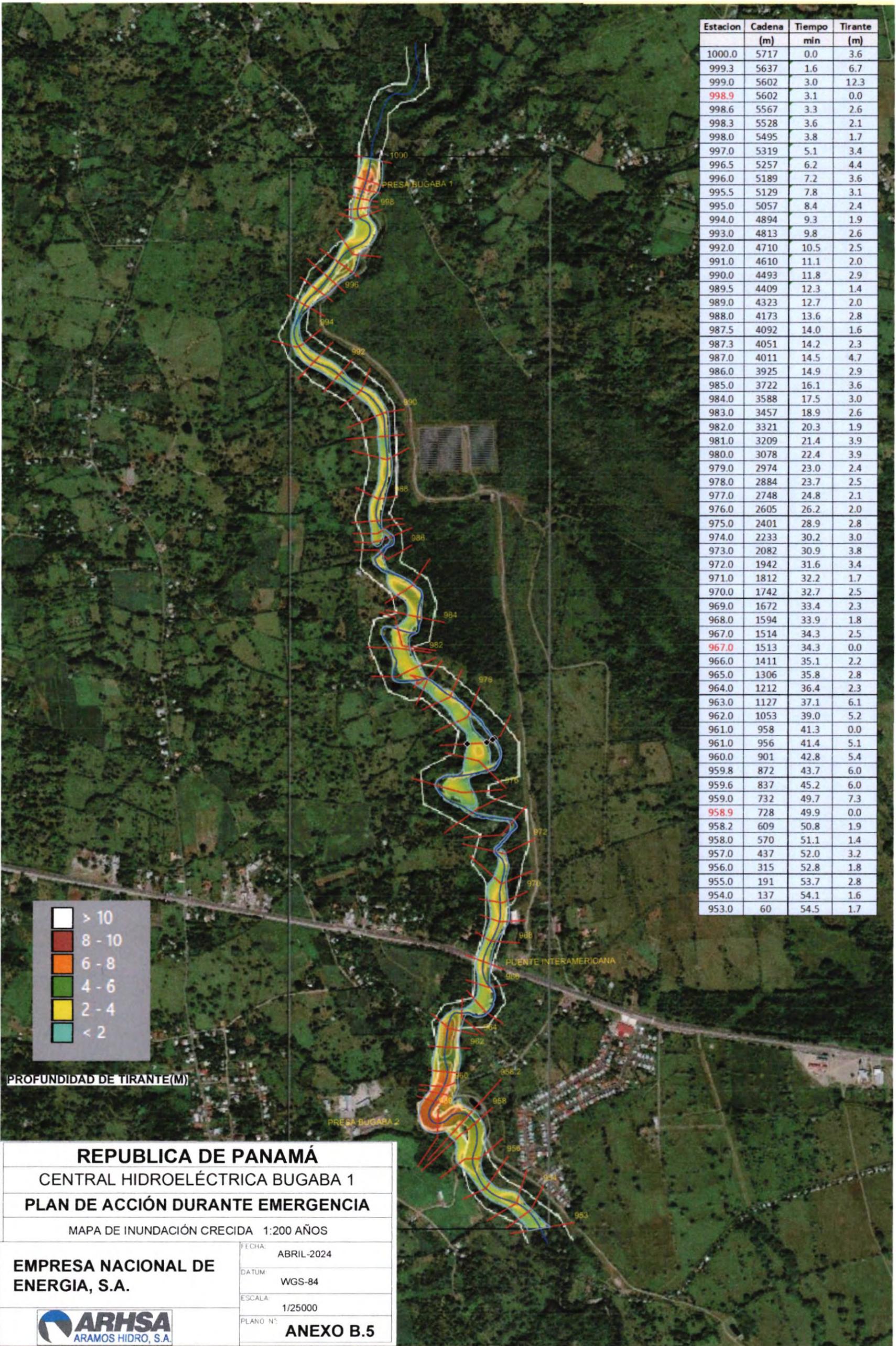
REPUBLICA DE PANAMÁ
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1
PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA

MAPA DE INUNDACIÓN CRECIDA 1:50 AÑOS

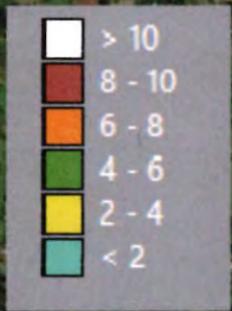
EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A.

FECHA: ABRIL-2024
 DATUM: WGS-84
 ESCALA: 1/25000
 PLANO N°: ANEXO B.4





Estacion	Cadena (m)	Tiempo (min)	Tirante (m)
1000.0	5717	0.0	3.6
999.3	5637	1.6	6.7
999.0	5602	3.0	12.3
998.9	5602	3.1	0.0
998.6	5567	3.3	2.6
998.3	5528	3.6	2.1
998.0	5495	3.8	1.7
997.0	5319	5.1	3.4
996.5	5257	6.2	4.4
996.0	5189	7.2	3.6
995.5	5129	7.8	3.1
995.0	5057	8.4	2.4
994.0	4894	9.3	1.9
993.0	4813	9.8	2.6
992.0	4710	10.5	2.5
991.0	4610	11.1	2.0
990.0	4493	11.8	2.9
989.5	4409	12.3	1.4
989.0	4323	12.7	2.0
988.0	4173	13.6	2.8
987.5	4092	14.0	1.6
987.3	4051	14.2	2.3
987.0	4011	14.5	4.7
986.0	3925	14.9	2.9
985.0	3722	16.1	3.6
984.0	3588	17.5	3.0
983.0	3457	18.9	2.6
982.0	3321	20.3	1.9
981.0	3209	21.4	3.9
980.0	3078	22.4	3.9
979.0	2974	23.0	2.4
978.0	2884	23.7	2.5
977.0	2748	24.8	2.1
976.0	2605	26.2	2.0
975.0	2401	28.9	2.8
974.0	2233	30.2	3.0
973.0	2082	30.9	3.8
972.0	1942	31.6	3.4
971.0	1812	32.2	1.7
970.0	1742	32.7	2.5
969.0	1672	33.4	2.3
968.0	1594	33.9	1.8
967.0	1514	34.3	2.5
967.0	1513	34.3	0.0
966.0	1411	35.1	2.2
965.0	1306	35.8	2.8
964.0	1212	36.4	2.3
963.0	1127	37.1	6.1
962.0	1053	39.0	5.2
961.0	958	41.3	0.0
961.0	956	41.4	5.1
960.0	901	42.8	5.4
959.8	872	43.7	6.0
959.6	837	45.2	6.0
959.0	732	49.7	7.3
958.9	728	49.9	0.0
958.2	609	50.8	1.9
958.0	570	51.1	1.4
957.0	437	52.0	3.2
956.0	315	52.8	1.8
955.0	191	53.7	2.8
954.0	137	54.1	1.6
953.0	60	54.5	1.7

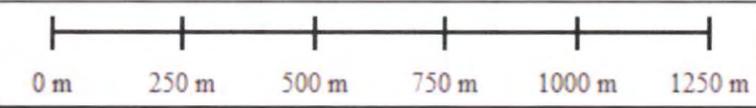


PROFUNDIDAD DE TIRANTE(M)

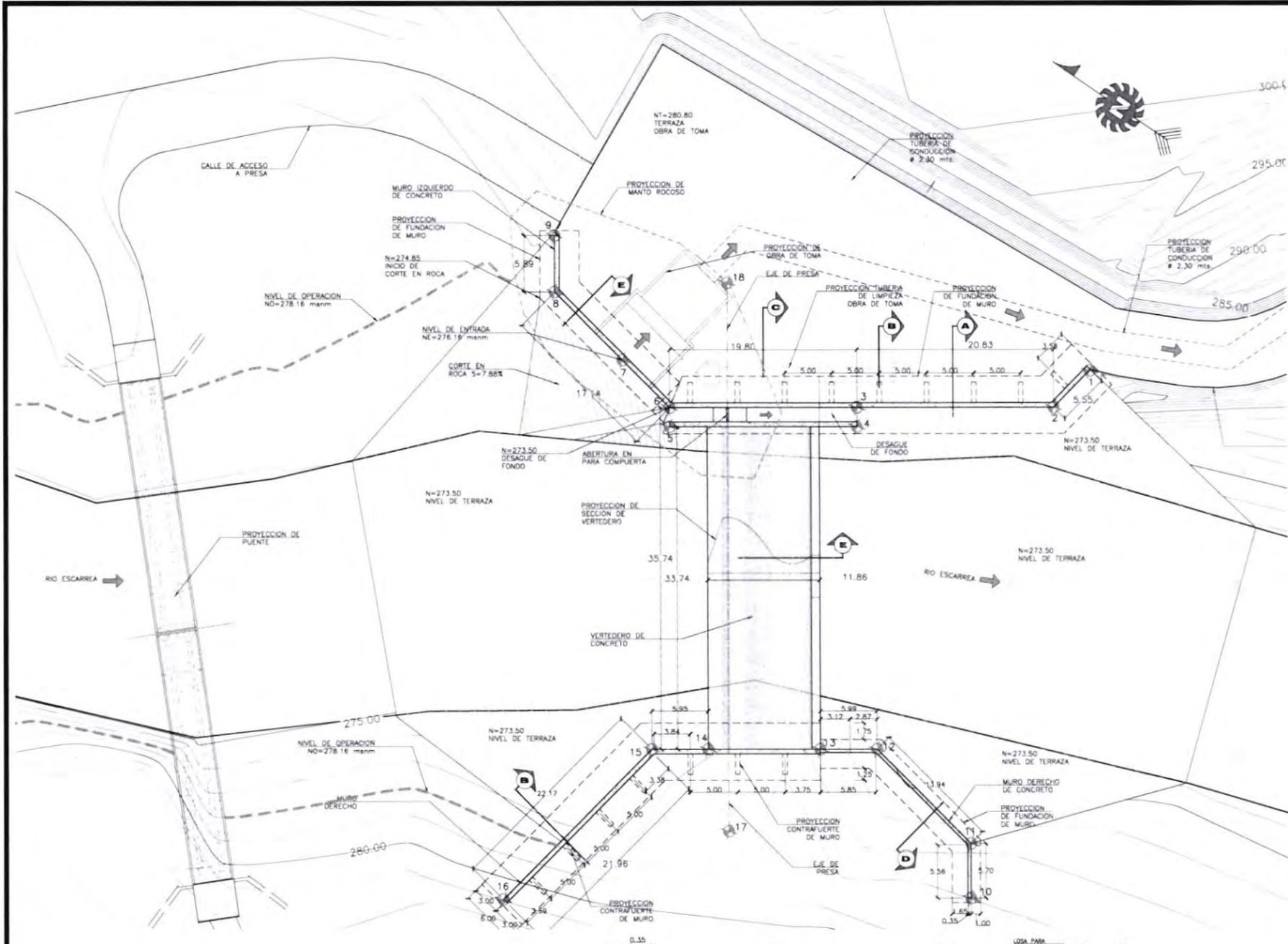
REPUBLICA DE PANAMÁ
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUGABA 1
PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA

MAPA DE INUNDACIÓN CRECIDA 1:200 AÑOS

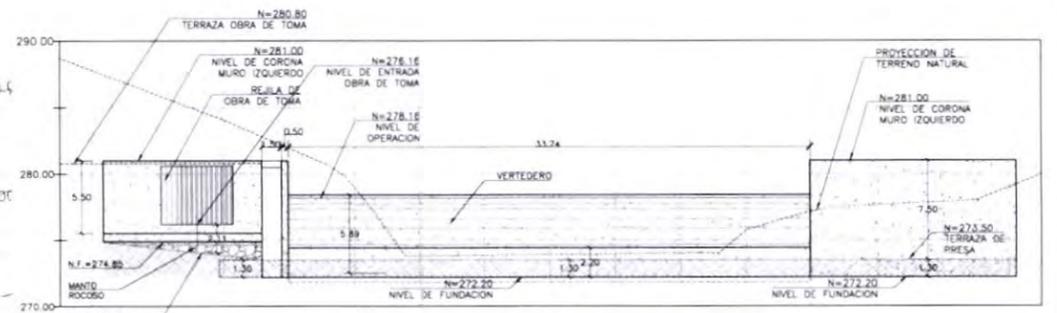
EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A.	FECHA:	ABRIL-2024
	DATUM:	WGS-84
	ESCALA:	1/25000
	PLANO N°:	ANEXO B.5



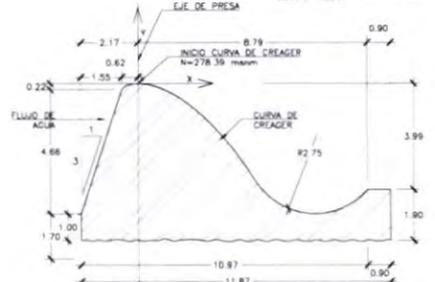
ANEXO C
Planos como construidos de la CH Bugaba 1



PLANIMETRÍA DE PRESA BUGABA I
Escala 1:250

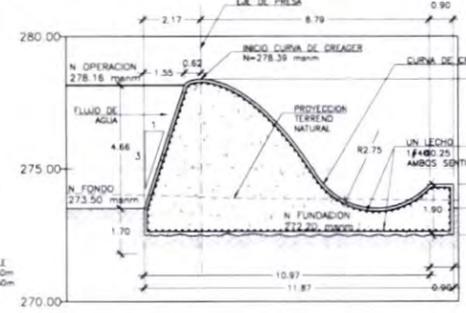


ELEVACION AGUAS ABAJO DE PRESA
Escala 1:250



DATOS CURVA DE CREAER
Escala 1:125

DATOS CURVA DE CREAER		DATOS CURVA DE CREAER		DATOS CURVA DE CREAER	
X	Y	X	Y	X	Y
0.00	0.00	1.70	-0.62	3.40	-2.22
0.10	0.00	1.80	-0.69	3.50	-2.34
0.20	-0.01	1.90	-0.76	3.60	-2.46
0.30	-0.03	2.00	-0.83	3.70	-2.59
0.40	-0.04	2.10	-0.91	3.80	-2.72
0.50	-0.06	2.20	-0.99	3.90	-2.85
0.60	-0.09	2.30	-1.08	4.00	-2.99
0.70	-0.12	2.40	-1.17	4.10	-3.13
0.80	-0.15	2.50	-1.26	4.20	-3.27
0.90	-0.19	2.60	-1.35	4.30	-3.41
1.00	-0.23	2.70	-1.45	4.40	-3.56
1.10	-0.28	2.80	-1.55	4.50	-3.71
1.20	-0.33	2.90	-1.65	4.60	-3.86
1.30	-0.38	3.00	-1.76	4.70	-4.02
1.40	-0.43	3.10	-1.87	4.80	-4.18
1.50	-0.49	3.20	-1.98	4.90	-4.34
1.60	-0.55	3.30	-2.10	5.00	-4.51

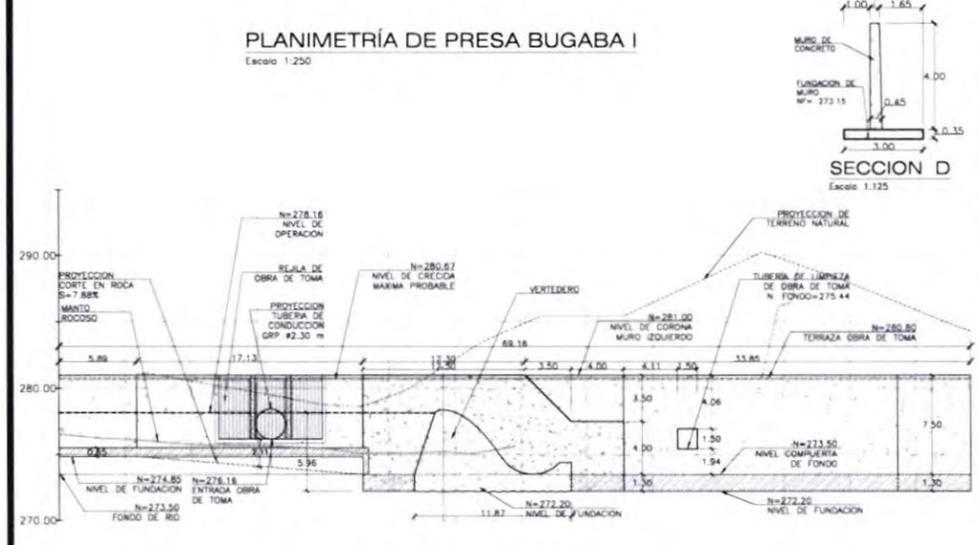


SECCION E
Escala 1:125

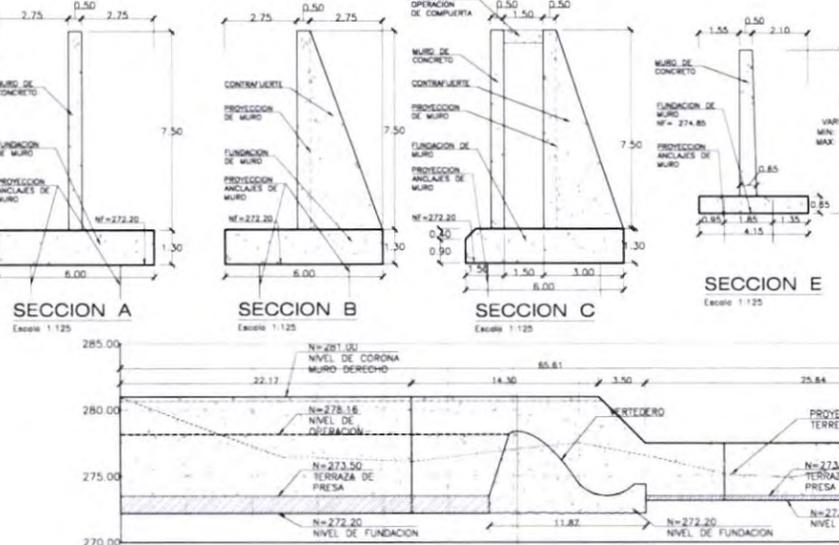
PUNTO	E	N
1	318593.77	845578.67
2	318590.88	845583.41
3	318595.79	845603.85
4	318583.85	845604.12
5	318588.52	845623.36
6	318600.47	845622.89
7	318605.44	845628.53
8	318615.07	845631.79
9	318620.79	845630.40
10	318543.15	845604.23
11	318548.89	845602.89
12	318580.39	845610.14
13	318602.01	845615.96
14	318564.81	845627.49
15	318586.21	845633.27
16	318554.45	845652.56
17	318555.97	845627.40

CONCRETO	m ³	ACERO	kg
f.c. 210kg/cm ²	1530	№4	6,148
f.c. 250kg/cm ²	3855	№5	15,649
EXCAVACION	m ³	№6	8,438
Materiales Comun	7900	№7	26,717
Estructura	1310	№8	3,388

N°	ELEVACION	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
1	384.50	318105.141	844736.815	BANCO DE MARCA SERVICIO NACIONAL LOMA SORTIDA, DISTRITO DE BUGABA, PROVINCIA DE CHIRIQUI
2	381.51	318648.11	845094.52	MUJON DE CONCRETO COLOCADO EN EL 5/10
3	387.27	318708.42	845088.88	MUJON DE CONCRETO COLOCADO EN EL 5/10



ELEVACION MURO LATERAL IZQUIERDO
Escala 1:250



ELEVACION MURO LATERAL DERECHO
Escala 1:250

PROPIETARIO: ENERGIA NATURAL S.A. PROYECTO HIDROELECTRICO BUGABA I

ETAPA DEL PROYECTO: OBRA EJECUTADA

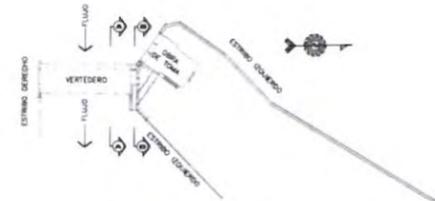
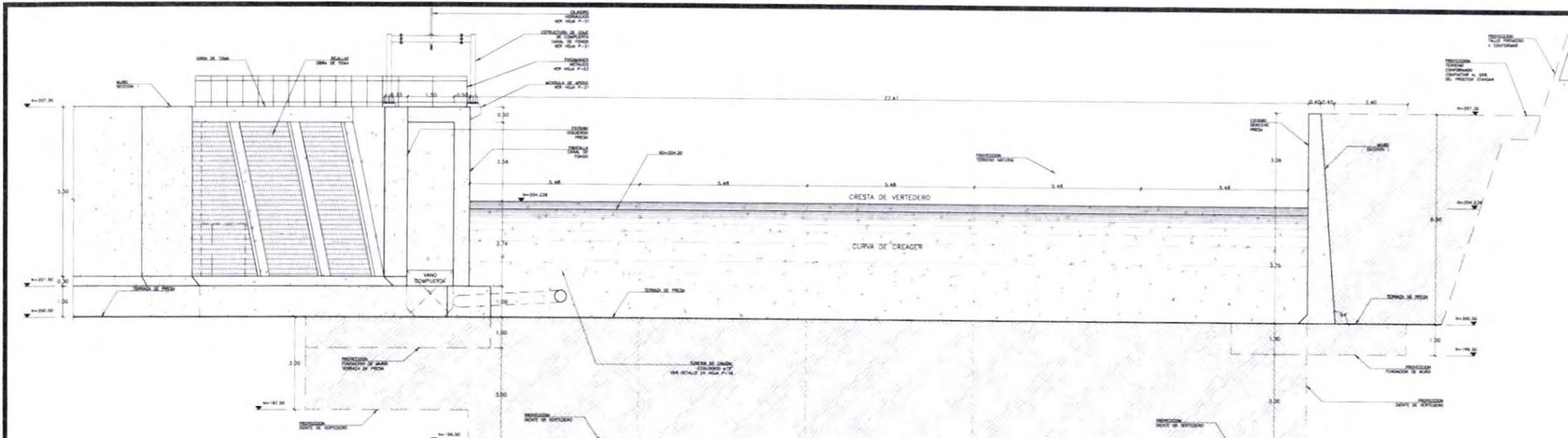
CONTENIDO GENERAL: PRESA

PREPARADO POR: INGENDEHSA PANAMA S.A.

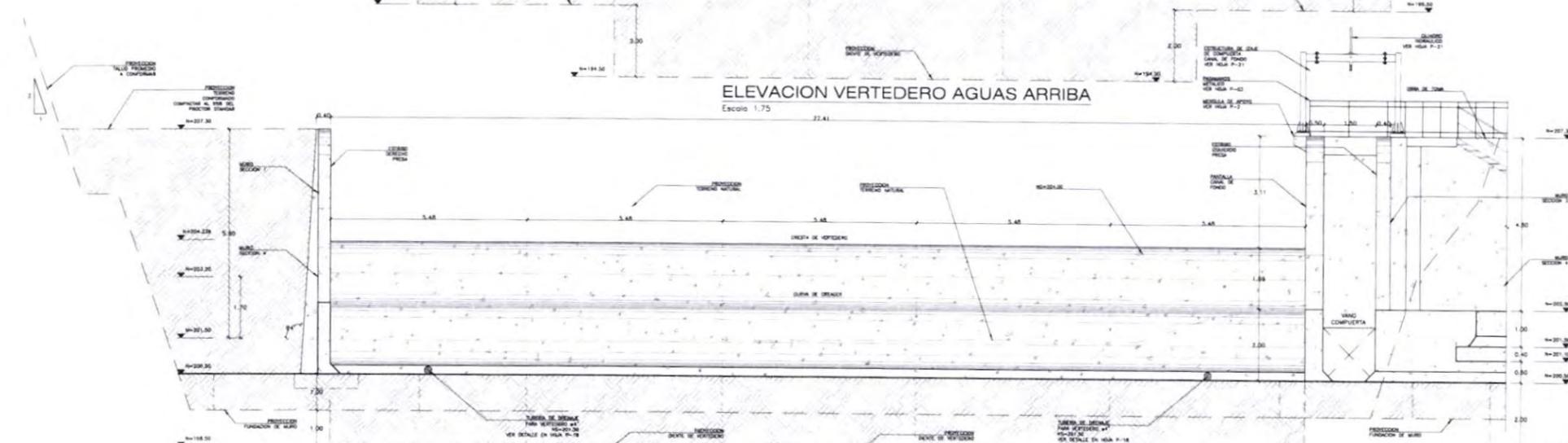
PLANO / CONTENIDO: P-01 (Planimetria Presa Bugaba I) - AS BULD

ESCALA: INDICADAS

FECHA: 05/03/12



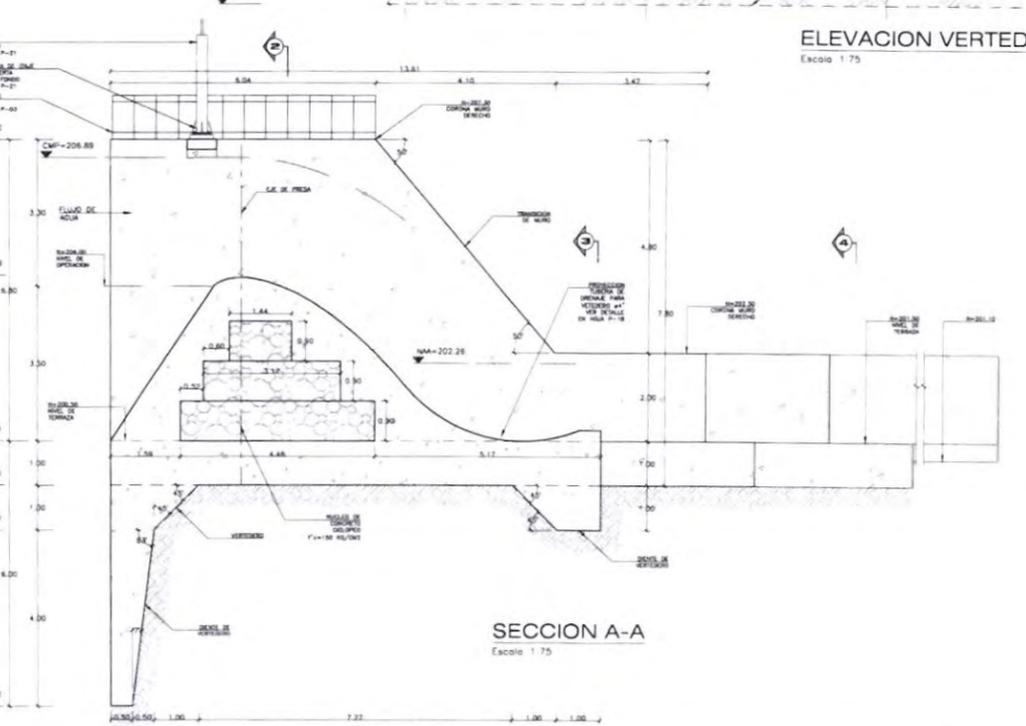
PLANTA DE REFERENCIA
Escala 1:1000



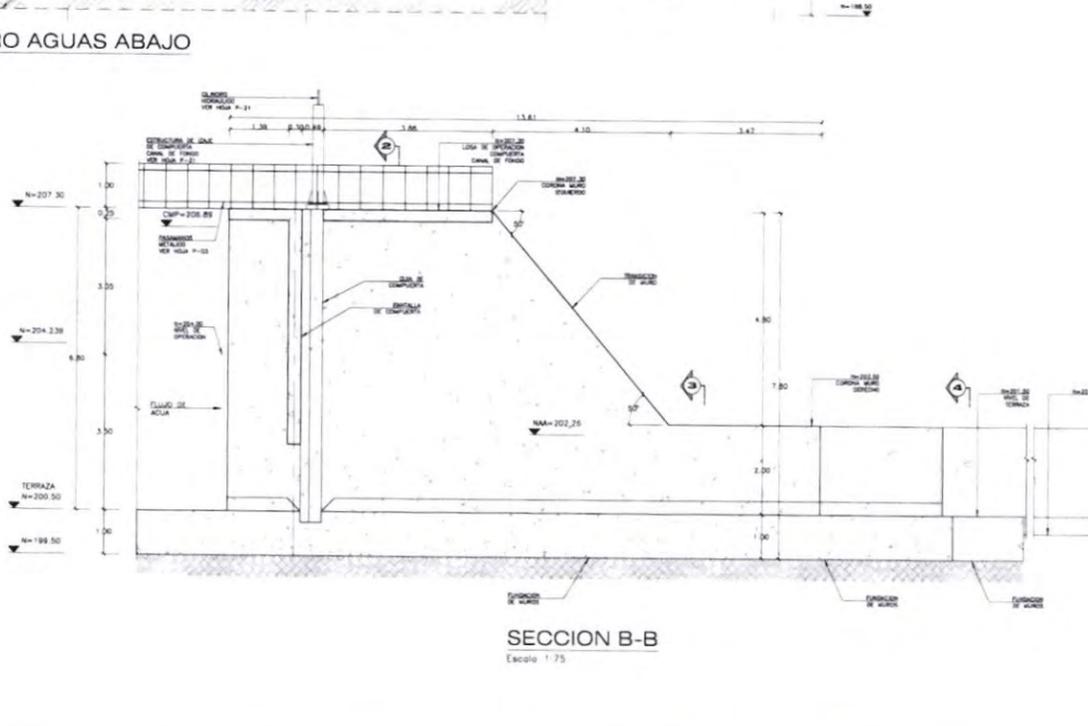
ELEVACION VERTEDERO AGUAS ARRIBA
Escala 1:75

LEYENDAS

N	NIVEL
NT	NIVEL DE TERRAZA
NF	NIVEL DE FUNDACION
CMO	CRESCA MAXIMA DE DISEÑO
MO	NIVEL DE OPERACION
JC	JUNTA DE CONSTRUCCION
JE	JUNTA DE EXPANSION
AS	REFUERZO EN AMBOS SENTIDOS
AL	REFUERZO EN AMBOS LECHOS
F _c	ESFUERZO MAXIMO DE COMPRESION EN EL CONCRETO
F _t	ESFUERZO DE TENSION PARA EL ACERO

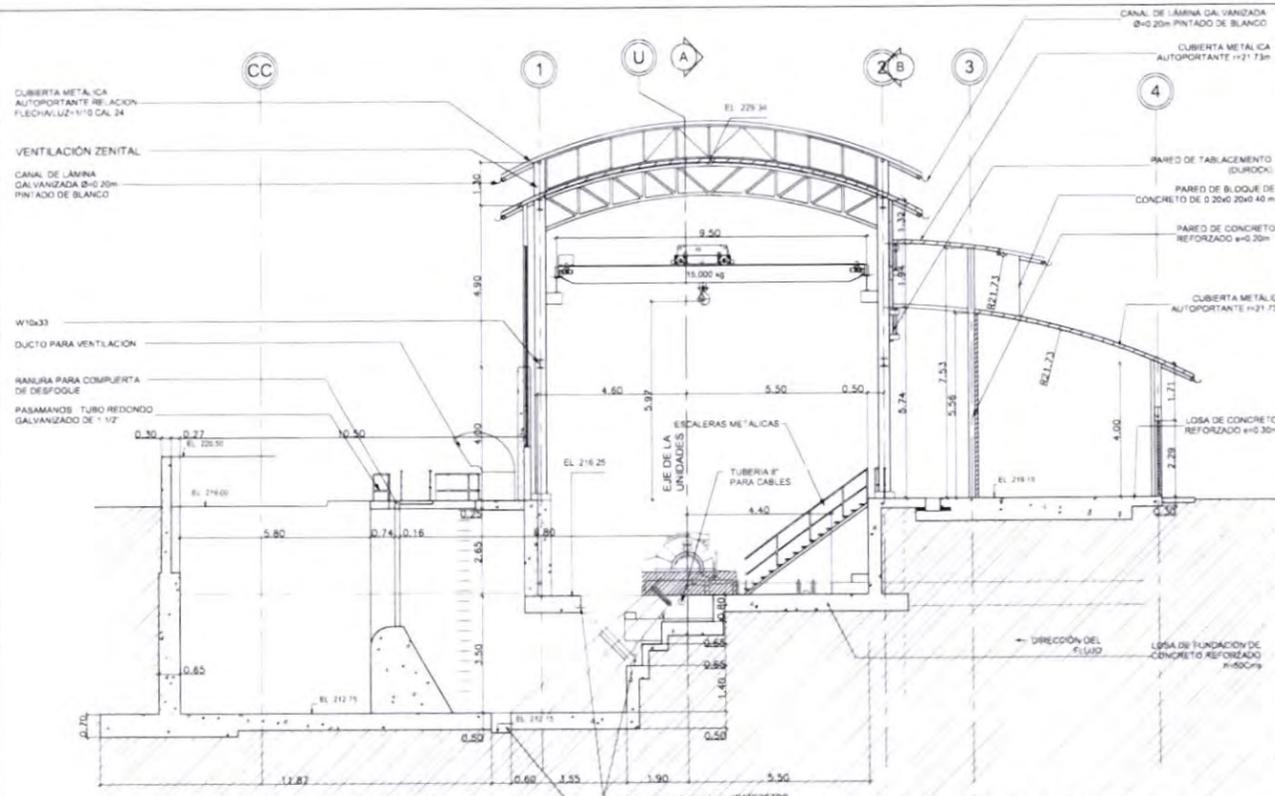


SECCION A-A
Escala 1:75

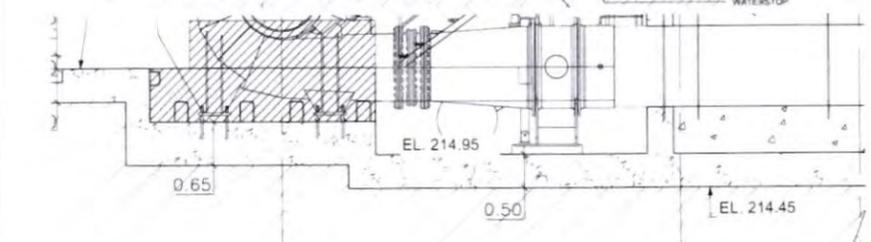


SECCION B-B
Escala 1:75

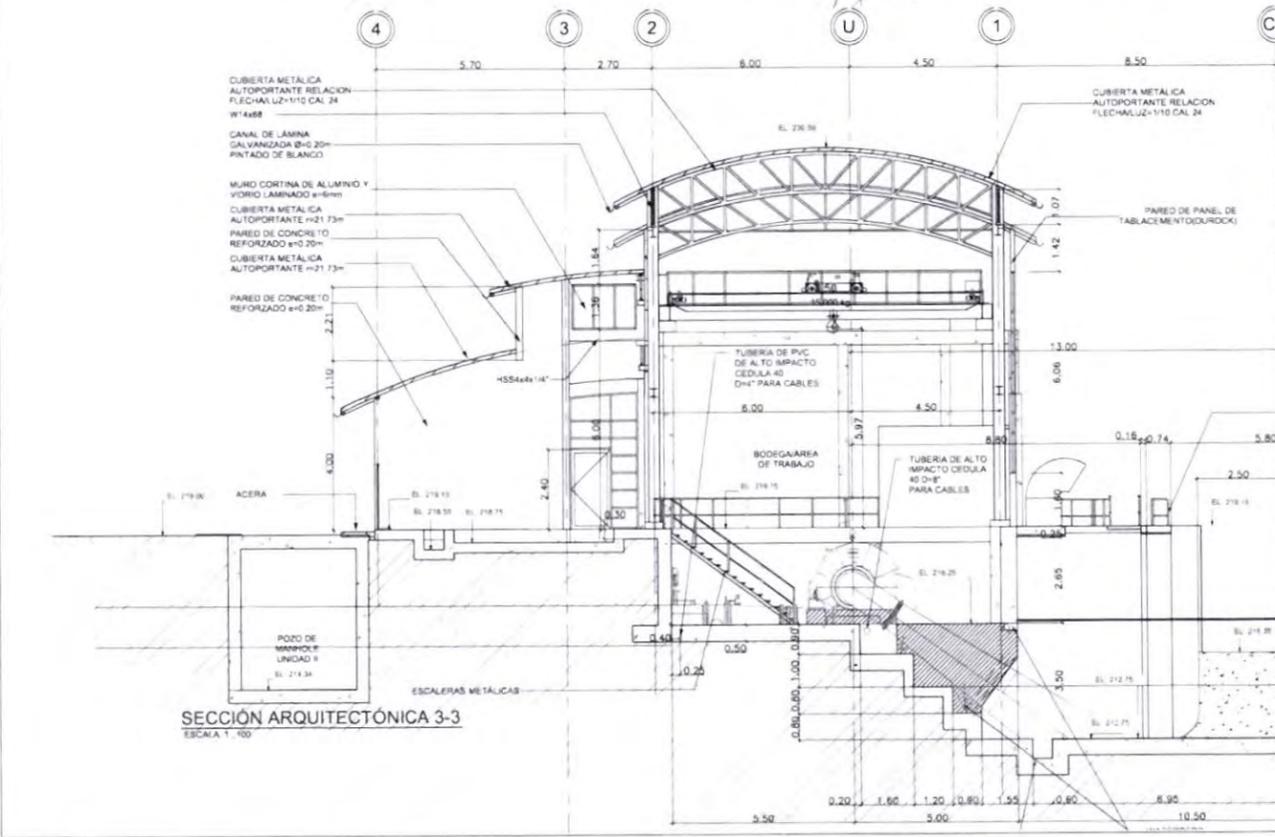
SELOS				
CANTIDADES				
BANCOS DE MARCA				
N°	ELEVACION	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
BM	394.50	318105.141	944736.615	BANCO DE MARCA SORTOVA
M1	204.71	316701.292	942218.009	MUJON 1 SITIO DE PRESA
M2	206.86	316746.085	942280.751	MUJON 2 SITIO DE PRESA
PROPIETARIO: ENERGIA NATURAL S.A. PROYECTO HIDROELECTRICO BUGABA I				
ETAPA DEL PROYECTO: OBRA EJECUTADA				
CONTENIDO GENERAL: PRESA				
P-02				
INGENDEHSA PANAMA S.A.				
PLANO / CONTENIDO: P-02-R01_Am_Built (Elevaciones - Secciones Presa)				
ESCALA: INDICADAS				
FECHA: JULIO/2015				



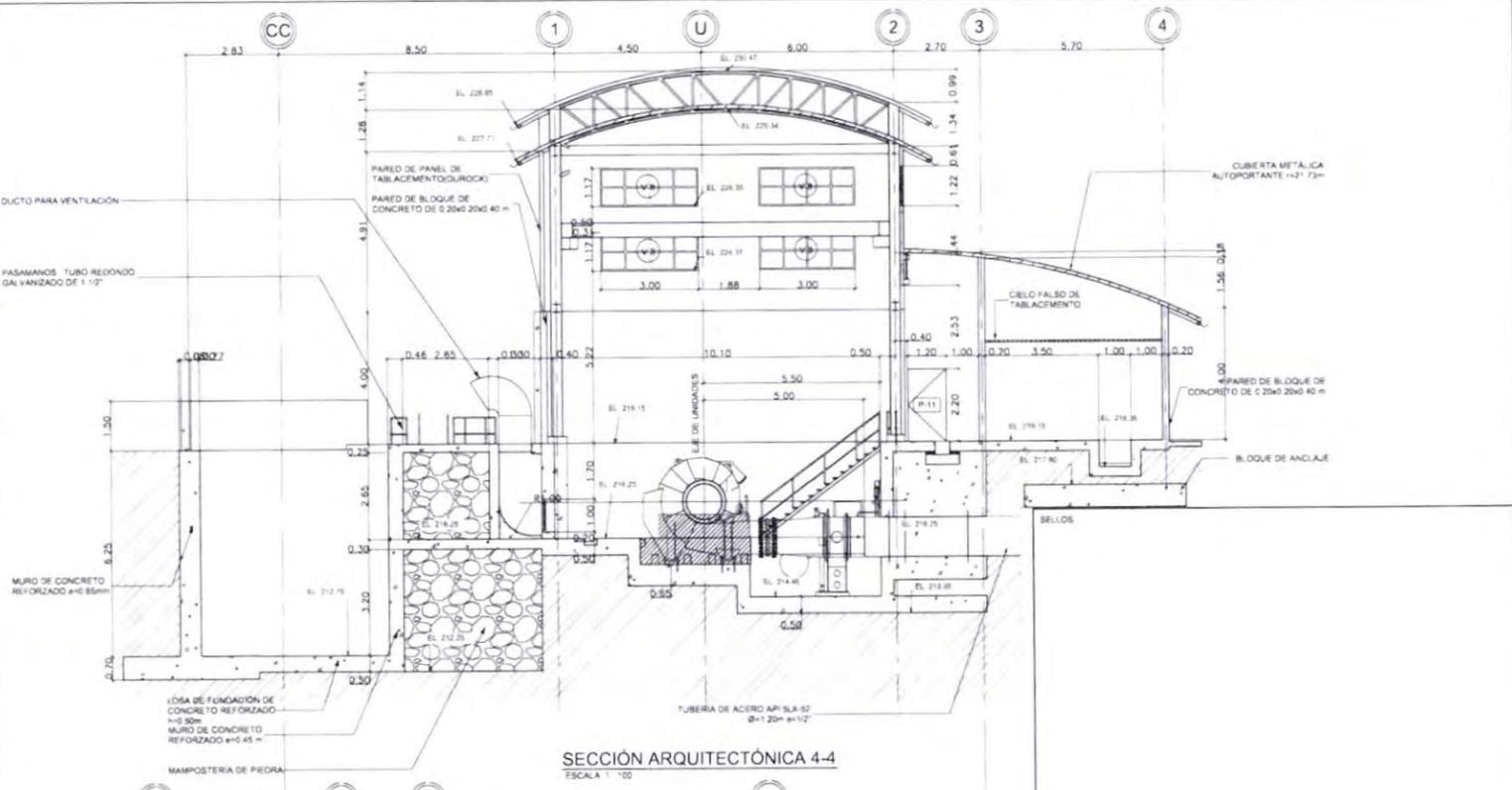
SECCIÓN ARQUITECTÓNICA 2-2
ESCALA 1/100



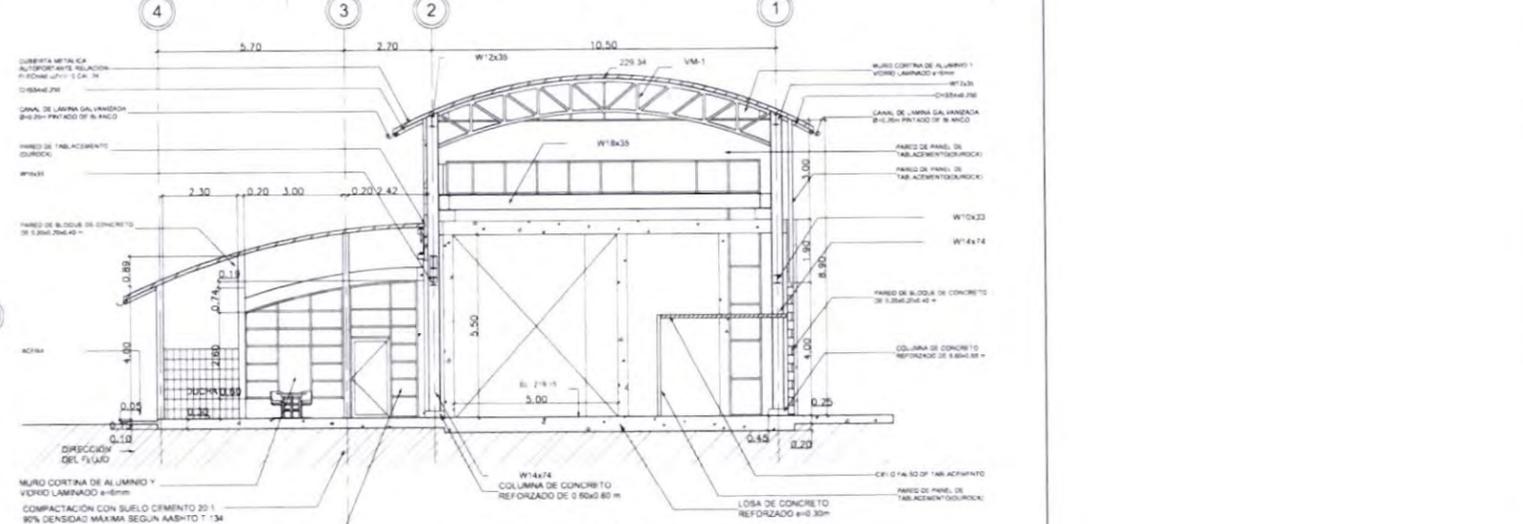
SECCIÓN ARQUITECTÓNICA 6-6
ESCALA 1/100



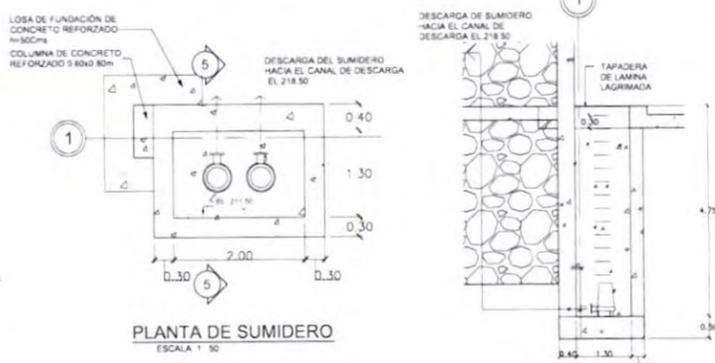
SECCIÓN ARQUITECTÓNICA 3-3
ESCALA 1/100



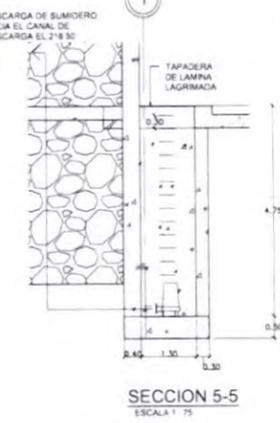
SECCIÓN ARQUITECTÓNICA 4-4
ESCALA 1/100



SECCIÓN ARQUITECTÓNICA 1-1
ESCALA 1/100



PLANTA DE SUMIDERO
ESCALA 1/50



SECCION 5-5
ESCALA 1/75

CANTIDAD DE MATERIALES	
CONCRETO $f_c=210\text{kg/cm}^2$	1687 M3
CONCRETO $f_c=280\text{kg/cm}^2$	41 M3
ACERO DE REFUERZO	107.918 kg

BANCOS DE MARCA			
Nº	ELEVACION	ESTE	NORTE
1	384.50	318'05" 141	844'36" 615
6	239.076	319'86" 787	842'887" 625
7	239.571	317'038" 663	842'880" 272

PROPIETARIO	ENERGIA NATURAL S.A. PROYECTO HIDROELECTRICO BUGABA	HOJA	CM-05
ETAPA DEL PROYECTO	OBRA EJECUTADA	CONTENIDO GENERAL	CASA DE MAQUINAS
PREPARADO POR	INGENIERIA PANAMA S.A. DE C.V.		
PLANO/CONTENIDO	CM-05 (Secciones arquitectónicas)	ESCALA	INDICADAS
RUTA	C-PROYECTO PANAMA/CM COPIA LOCAL	FECHA	13/06/13

ANEXO D
Análisis hidráulico del río Escarrea

ANEXO D – Análisis Hidráulico Del Río Escarrea

CONTENIDO

D.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	2
D.1.1 Modelación de las Crecidas del Río.....	2
D.1.2 Método de Cálculo.....	3
D.1.3 Sección Hidráulica.....	4
D.1.4 Coeficiente de Rugosidad Manning.....	4
D.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.....	6
D.2.1. ESCENARIOS.....	6
D.2.2 Datos de Partida.....	6
D.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	8
D.3.1 Resultados Crecida Ordinaria 1:50 años.....	8
D.3.2 Resultados Crecida Ordinaria 1:200 años.....	8
D.3.3 Cuadro de niveles y verificación de las condiciones de borde.....	9
D.4 MAPAS DE INUNDACION.....	13
D.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
D.6 REFERENCIAS.....	16
D.7 ANEXO DIGITAL.....	17

D.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

El análisis estará basado en la modelación de las crecidas en el río Escarrea para los diferentes escenarios de una inundación aguas abajo de la presa de Bugaba 1 hasta la presa Bugaba 2, de acuerdo con los requerimientos de las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP. Los escenarios analizados son los siguientes:

- Escenario 0: Crecida ordinaria con período de retorno de 1:50 años
- Escenario 1: Crecida extraordinaria con período de retorno de 1:200 años (Diseño de la presa)
- Escenario 4: Colapso estructural en condición de operación normal
 - El colapso de la presa de concreto en 5 minutos a nivel de embalse 278.39 msnm (23,400 m³), ocasiona una crecida extraordinaria de 78 m³/seg, inferior a la crecida de 50 años. NO APLICA.
- Escenario 5: Colapso estructural durante crecidas extraordinarias.
 - Igual al escenario 4. NO APLICA
- Escenario 6: Por apertura súbita de compuerta
 - NO APLICA: El vertedero no tiene compuertas.
- Escenario 7: Falla de operación de compuertas de las estructuras hidráulicas de descarga.
 - NO APLICA: El vertedero no tiene estructura hidráulica de descarga.
- Escenario 8: Por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa.
 - NO APLICA: La presa no tiene equipo para vaciado controlado o rápido.

El Análisis Hidráulico del río determinará los niveles de la crecida en el río Escarrea y las áreas de inundación aguas abajo de la presa Bugaba 1 hasta aguas debajo de la presa de Bugaba 2. Con los resultados de este análisis se logra la confección de los mapas de inundación que permitirán establecer los procedimientos de evacuación ante la eventualidad de alguno de los eventos anteriormente establecidos. También se comprueba el funcionamiento hidráulico de los vertederos de las presas Bugaba 1 y Bugaba 2 y la sección hidráulica bajo el puente de la carretera Interamericana sobre el río Escarrea.

D.1.1 Modelación de las Crecidas del Río.

Para el análisis de la hidráulica del río, se usará el modelo HEC-RAS, el cual fue desarrollado por, el Hydrologic Engineering Center (HEC), River Analysis System (RAS), del United States Army Corps of Engineers (USACE). El ambiente gráfico y modelación se realiza utilizando el programa GEO-HECRAS que integra HEC-RAS a una plataforma georeferenciada y mapas satelitales.

La data topográfica usada para el análisis se obtiene de la generación de modelos DTM (Modelo Digital de Terreno) elaborada por el Instituto Cartográfico Tommy Guardia, que permite contar con una representación visual, relieve y matemática de los valores de alturas y distancias reales con referencia al terreno y los elementos presentes en el mismo.

La integración de los resultados y la modelación de Hecras se logra con el programa GEOHECRAS que incorpora los datos topográficos, los datos hidráulicos, las estructuras en una interfaz gráfica georeferenciada con los mapas comúnmente utilizados en los equipos informáticos actuales. Los resultados son presentados en diversos formatos impresos y digitales.

D.1.2 Método de Cálculo.

Los datos utilizados para definir un modelo de simulación hidráulica del cauce fueron:

- Modelos Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG) en el río Escarrea en los corregimientos de Concepción, Sortobá, La Estrella y Bugaba.
- Los planos como construidos CH Bugaba 1 y Bugaba 2, estudio hidrológico y memorias de cálculo.
- Mapas demográficos del Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República.
- Coordenadas en sistema UTM W84 17N. código EPSG 32617
- Mapa de Referencia Google Híbrido, para obtener información de Fotografías Aéreas.

Para calcular el caudal que pasa por el río se asume que el flujo es uniforme y que por lo tanto se puede utilizar la ecuación del flujo uniforme (lo asumido por el HEC-RAS). Se considera como un canal natural cuyo coeficiente de rugosidad de Manning (n) se ve afectado por varios factores los cuales son: la rugosidad superficial, la vegetación, la irregularidad del cauce, el alineamiento del río, la sedimentación y socavación, las obstrucciones, el nivel y el caudal, los cambios estacionales, y el material en suspensión y la carga de lecho. Para el caso de planicies de inundación también se puede evaluar de manera similar.

Se han tenido en cuenta en el modelo las características hidráulicas de los puentes, la presa de Bugaba 1 y la presa de Bugaba 2 que pudieran presentar alguna influencia sobre el régimen hidráulico. Una vez obtenidos los valores de la cota de agua correspondientes a los distintos caudales máximos, esta información se ha representado cartográficamente, definiendo así las zonas inundables en cada tramo.

Los datos necesarios para la caracterización hidráulica de cada tramo de estudio se han agrupado en los siguientes tipos:

Condiciones del contorno: El programa requiere de la caracterización del cauce modelado a través de los perfiles transversales y del coeficiente de rugosidad de Manning. HEC-RAS permite la modelación del caudal en el cauce deseado entregando resultados tales como velocidades y alturas de escurrimiento.

Cuadro N° D1 - Características Hidráulicas de Análisis

Condición	Descripción
Geometría	Modelo Digital del Terreno (DEM) IGNTG
Coefficiente de Rugosidad de Manning	Ver Cuadro N° D3 y D4
Tipo de Modelación	Flujo Permanente en Escurrimiento Mixto
Condición de Borde	Cuadro D2

Escenarios y Condiciones de Borde: Los caudales en la modelación y las condiciones de bordes conocidas se presentan en el Cuadro N° D2.

Cuadro N° D2 - Crecidas de Diseño y Condiciones de Borde

Intervalo de Recurrencia (años)	Caudal (m ³ /s)	Nivel en Bugaba1 (msnm)	Nivel en Bugaba2 (msnm)
Nivel Vertido	0.0	278.39	204.24
50	177.31	279.97	206.31
200	197.55	280.10	206.46
CMP	268.30	280.54	207.24

D.1.3 Sección Hidráulica.

Para obtener los máximos niveles de agua para cada sección, se siguieron los siguientes procedimientos:

Datos de partida:

- Caudal máximo de las crecidas.
- Pendiente por cada tramo del río.
- Topografía (Secciones)

Se obtuvieron secciones transversales a cada 50m y otras adicionales en los meandros, a cada una de las secciones se le determinó la pendiente por cada tramo ver en Anexo Digital D.

D.1.4 Coeficiente de Rugosidad Manning.

Para calcular el caudal que pasa por una sección transversal de un río se asume que el flujo es uniforme y que por lo tanto se puede utilizar la ecuación del flujo uniforme (lo asumido por el HEC-RAS). Para el caso de un río, a este se le considera como un canal natural cuyo coeficiente de rugosidad de Manning (n) se ve afectado por varios factores los cuales son: la rugosidad superficial, la vegetación, la irregularidad del canal, el alineamiento del canal, la sedimentación y socavación, las obstrucciones, el nivel y el caudal, los cambios estacionales, y el material en suspensión y la carga de lecho. Para el caso de planicies de inundación también se puede evaluar de manera similar.

Al haber tantos parámetros que influyen en el valor final del coeficiente de rugosidad (n) del cauce del río, se desarrolló la siguiente ecuación para estimar su valor:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \quad \text{ecuación (1)}$$

En el Cuadro N° D3 se indican los valores que pueden tomar cada parámetro, según las condiciones. Sin embargo, el valor escogido para el diseño dependerá de las condiciones que se observen en campo y de acuerdo al criterio del diseñador.

Cuadro N° D3 - Coeficientes Para la Fórmula de Manning

Condiciones del Canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n ₀	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n ₁	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n ₂	0.000
	Ocasionalmente Alterada		0.005
	Frecuentemente Alterada		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificantes	n ₃	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n ₄	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-1.00
Grado de los efectos por meandros	Menor	m ₅	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

De acuerdo a la configuración del río, se han establecido los coeficientes de rugosidad para la zona de las planicies $n = 0.094$ y para las zonas del cauce $n = 0.0621$, ver cuadro N° D4.

Cuadro N° D4 - Coeficientes de Rugosidad Corresponde al Lecho y a las Planicies

Descripción	n0	n1	n2	n3	n4	m	n
En el cauce	0.024	0.005	0.005	0.01	0.01	1.15	0.0621
En las planicies	0.024	0.005	0.005	0.01	0.05	1	0.094

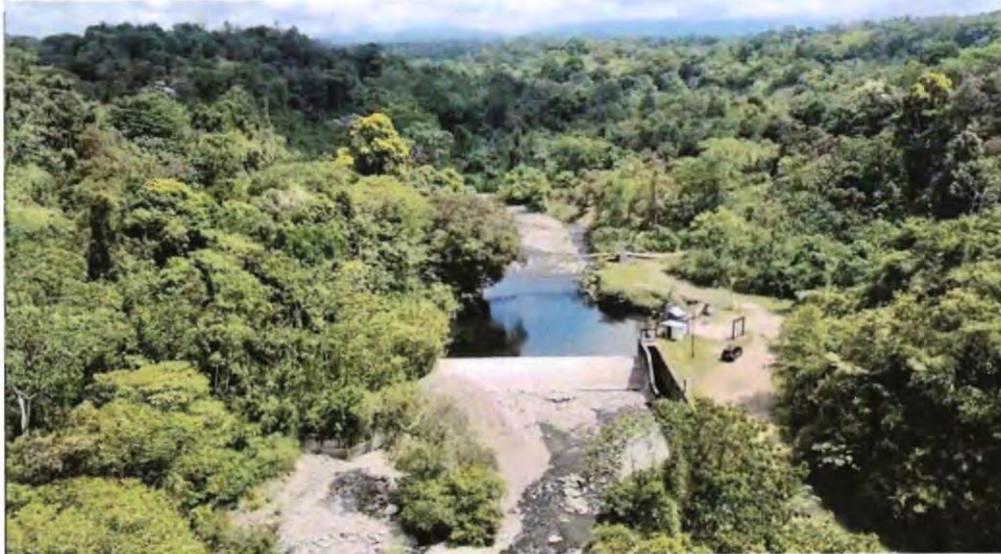


Foto D1 Vista aérea del Cauce y la planicie

D.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.

El análisis hidráulico de las crecidas se ha realizado para 1:50 años y 1:200 años, comienza con el paso de dichas crecidas por la presa vertedora. No existe tránsito de caudales debido a que no hay ninguna regulación. Por lo tanto, la crecida se recibe tal cual en las estructuras de evacuación.

D.2.1. ESCENARIOS.

A continuación, se detallan los escenarios analizados y los caudales de entrada:

Cuadro N° D5 – Escenarios analizados para emergencias

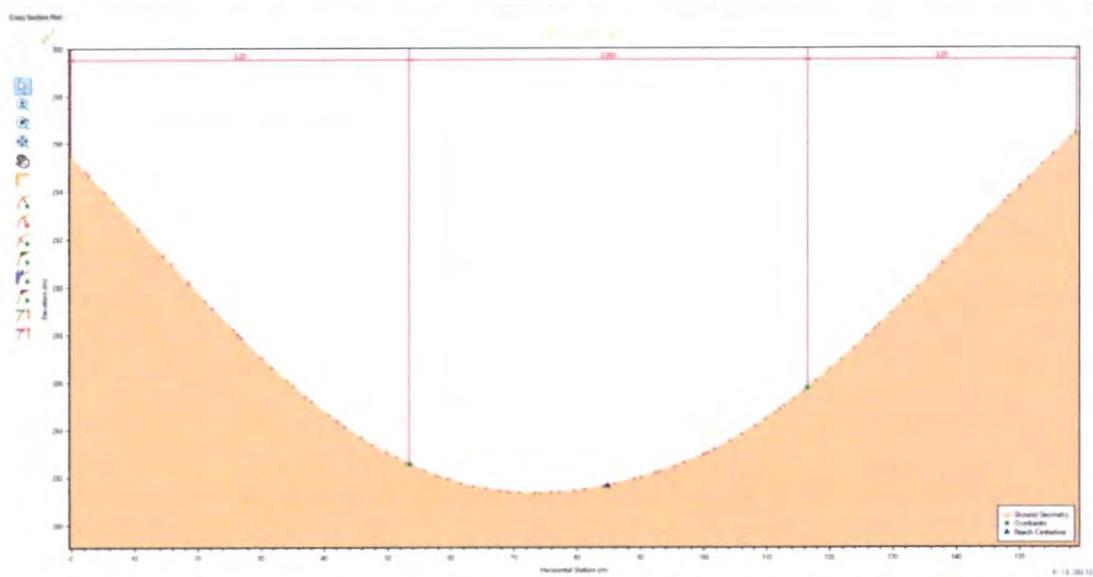
Caso ASEP	Escenarios Basados en la Norma ASEP	Escenario Análogo	Caudal m ³ /s
1	Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:50 años.	Escenario 0	177.31
2	Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:200 años	Escenario 1	197.55

D.2.2 Datos de Partida.

Las secciones de topografía se obtienen de la información cartográfica disponible en los planos digitales del terreno elaborados por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, datos de 2019.

Los datos de las estructuras de cierre, presa Bugaba 1 y Bugaba2 se obtienen de los planos como construidos del concesionario de la central hidroeléctrica.

Figura D1 Sección transversal generada por GEO-HECRAS a partir de datos DEM del IGNTG



En el anexo digital (en CD) se presentan los datos de entrada, secciones transversales, estructuras de contención y los datos de salida del programa GEO-HECRAS para los distintos escenarios analizados.

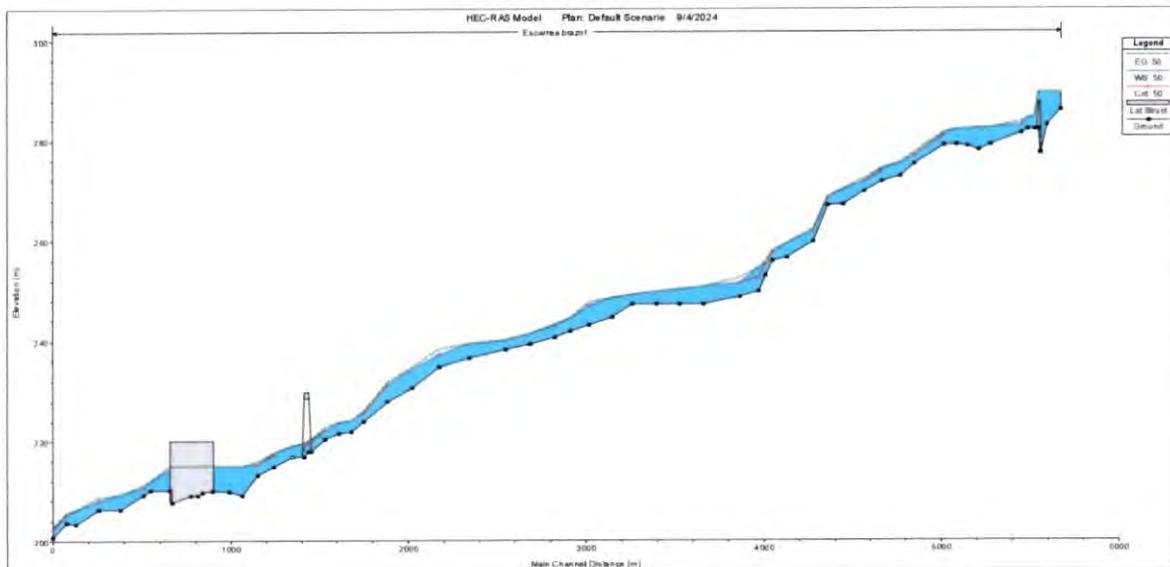
D.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

Los archivos de datos y los archivos de resultados del análisis hidráulico completo para los dos escenarios analizados se presentan en el Anexo Digital.

D.3.1 Resultados Crecida Ordinaria 1:50 AÑOS.

GEO-HECRAS genera los resultados en diferentes formatos, en forma gráfica y en tablas. En la Figura N° D2 se presenta el perfil generado gráficamente para la crecida de 1:50 años. (Escenario 0). El programa permite exportar la información de la crecida referenciado a coordenadas y cotas reales. En el Anexo Digital, se presentan todos los resultados.

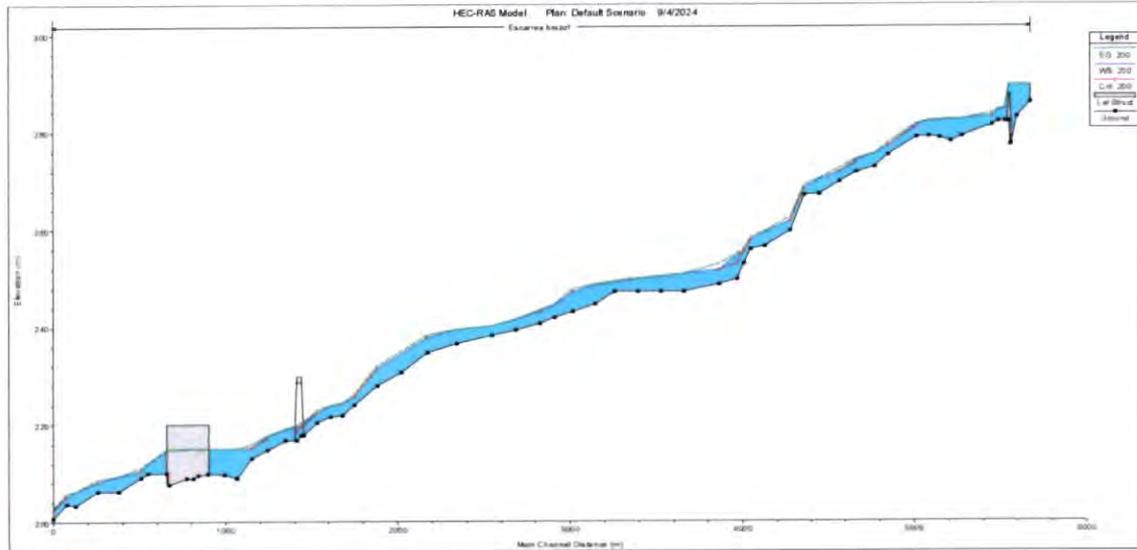
Figura N° D2 - Escenario 0: Perfil Longitudinal de Niveles de Agua



D.3.2 Resultados Crecida Ordinaria 1:200 AÑOS.

GEO-HECRAS genera los resultados en diferentes formatos, en forma gráfica y en tablas. En la Figura N° D3 se presenta el perfil generado gráficamente para la crecida de 1:200 años. (Escenario 1). El programa permite exportar la información de la crecida referenciado a coordenadas y cotas reales. En el Anexo Digital, se presentan todos los resultados.

Figura N° D3 - Escenario 1: Perfil Longitudinal de Niveles de Agua



D.3.3 Cuadro de niveles y verificación de las condiciones de borde.

En los cuadros D6, D7 y D8 se presenta un resumen de los resultados de niveles y tirantes de crecida para las estaciones establecidas del análisis hidráulico para la crecida de 1:50 años.

En las gráficas D1 y D2 se muestra el comportamiento de la velocidad del agua para ambos escenarios en función de la distancia recorrida por la crecida entre las presas de Bugaba 1 y Bugaba 2. Se aprecia que las velocidades máximas obtenidas son de 4.5 m/seg en cada caso.

De los resultados de niveles y tirante en las estaciones del análisis, se puede verificar las condiciones de borde asumidas; en el cuadro D6 se aprecia que la diferencia entre los valores asumidos de diseño y los resultados del análisis hidráulico la máxima diferencia es de 3cm en un solo caso.

Cuadro N° D6 – Verificación de las Condiciones de Borde

	Tirante Diseño (m)			Tirante GEO-HECRAS (m)		
	1:50	1:200	CMP	1:50	1:200	CMP
PRESA BUGABA1	1.80	1.94	2.38	1.80	1.97	2.38
PRESA BUGABA2	2.07	2.23	2.73	2.07	2.23	2.73

Borde libre puente Interamericana (50 años): 9.03 m
 Borde libre puente Interamericana (200 años): 8.67 m
 Borde libre puente Interamericana (CMP): 8.58 m

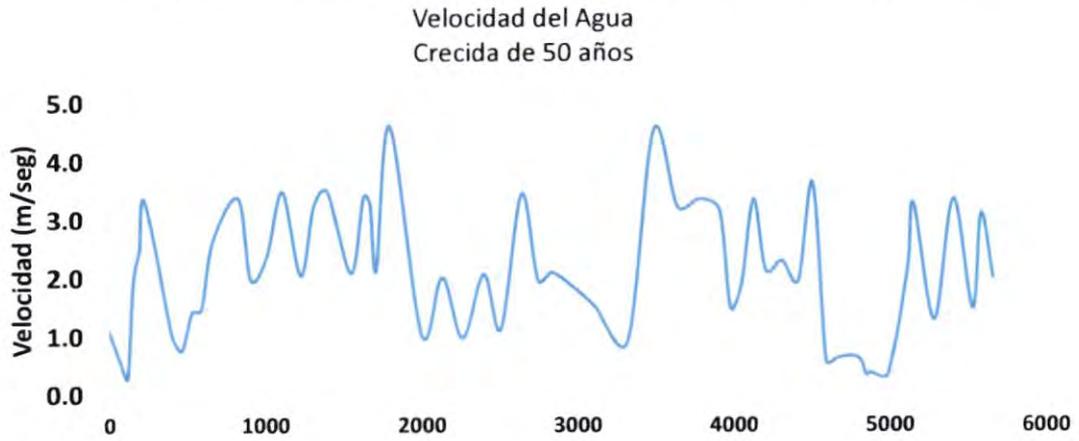
Cuadro N° D7 - Tiempo de llegada y Tirante de la Onda para Crecida 1:50 años

Estacion	Cadena (m)	Tiempo min	Tirante (m)	COMENTARIO
1000.0	5717	0.0	3.5	
999.3	5637	1.7	6.5	
999.0	5602	3.3	12.1	
998.9	5602	3.3	0.0	Presa Bugaba 1
998.6	5567	3.6	2.5	
998.3	5528	3.9	2.0	
998.0	5495	4.1	1.6	
997.0	5319	5.4	3.2	
996.5	5257	6.6	4.3	
996.0	5189	7.6	3.5	
995.5	5129	8.3	3.0	
995.0	5057	8.9	2.3	
994.0	4894	9.8	1.8	
993.0	4813	10.3	2.5	
992.0	4710	11.1	2.4	
991.0	4610	11.7	1.9	
990.0	4493	12.4	2.8	
989.5	4409	12.9	1.4	
989.0	4323	13.3	1.9	
988.0	4173	14.2	2.7	
987.5	4092	14.7	1.5	
987.3	4051	14.9	2.2	
987.0	4011	15.1	4.5	
986.0	3925	15.6	2.7	
985.0	3722	16.8	3.5	
984.0	3588	18.2	2.9	
983.0	3457	19.7	2.5	
982.0	3321	21.2	1.8	
981.0	3209	22.3	3.8	
980.0	3078	23.3	3.8	
979.0	2974	23.9	2.3	
978.0	2884	24.7	2.4	
977.0	2748	25.8	2.1	
976.0	2605	27.2	1.9	
975.0	2401	30.0	2.8	
974.0	2233	31.1	2.5	
973.0	2082	31.7	3.6	
972.0	1942	32.4	3.3	
971.0	1812	33.1	1.6	
970.0	1742	33.6	2.4	
969.0	1672	34.3	2.2	Casa de Máquinas Bugaba 1
968.0	1594	34.8	1.7	
967.0	1514	35.3	2.4	
967.0	1513	35.3	0.0	Puente Interamericana
966.0	1411	36.0	2.1	
965.0	1306	36.8	2.7	
964.0	1212	37.4	2.1	
963.0	1127	38.1	5.9	
962.0	1053	40.1	5.1	
961.0	958	42.6	0.0	
961.0	956	42.7	4.9	
960.0	901	44.2	5.3	
959.8	872	45.3	5.8	
959.6	837	46.9	5.8	
959.0	732	51.8	7.2	
958.9	728	52.0	0.0	Presa Bugaba 2
958.2	609	52.9	1.8	
958.0	570	53.2	1.3	
957.0	437	54.1	3.0	
956.0	315	55.0	1.7	
955.0	191	55.9	2.7	
954.0	137	56.3	1.5	
953.0	60	56.8	1.7	

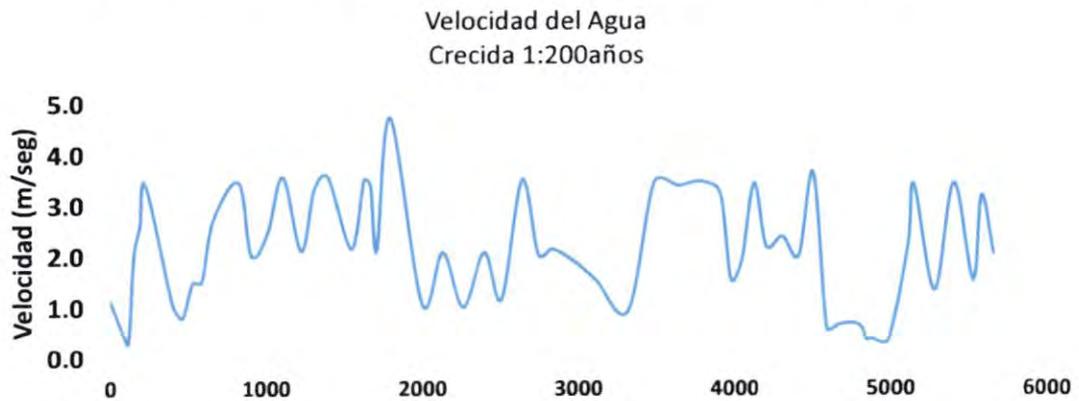
Cuadro N° D8 - Tiempo de llegada y Tirante de la Onda para Crecida 1:200 años

Estacion	Cadena (m)	Tiempo min	Tirante (m)	COMENTARIO
1000.0	5717	0.0	3.6	
999.3	5637	1.6	6.7	
999.0	5602	3.0	12.3	
998.9	5602	3.1	0.0	Presa Bugaba 1
998.6	5567	3.3	2.6	
998.3	5528	3.6	2.1	
998.0	5495	3.8	1.7	
997.0	5319	5.1	3.4	
996.5	5257	6.2	4.4	
996.0	5189	7.2	3.6	
995.5	5129	7.8	3.1	
995.0	5057	8.4	2.4	
994.0	4894	9.3	1.9	
993.0	4813	9.8	2.6	
992.0	4710	10.5	2.5	
991.0	4610	11.1	2.0	
990.0	4493	11.8	2.9	
989.5	4409	12.3	1.4	
989.0	4323	12.7	2.0	
988.0	4173	13.6	2.8	
987.5	4092	14.0	1.6	
987.3	4051	14.2	2.3	
987.0	4011	14.5	4.7	
986.0	3925	14.9	2.9	
985.0	3722	16.1	3.6	
984.0	3588	17.5	3.0	
983.0	3457	18.9	2.6	
982.0	3321	20.3	1.9	
981.0	3209	21.4	3.9	
980.0	3078	22.4	3.9	
979.0	2974	23.0	2.4	
978.0	2884	23.7	2.5	
977.0	2748	24.8	2.1	
976.0	2605	26.2	2.0	
975.0	2401	28.9	2.8	
974.0	2233	30.2	3.0	
973.0	2082	30.9	3.8	
972.0	1942	31.6	3.4	
971.0	1812	32.2	1.7	
970.0	1742	32.7	2.5	
969.0	1672	33.4	2.3	Casa de Máquinas Bugaba 1
968.0	1594	33.9	1.8	
967.0	1514	34.3	2.5	
967.0	1513	34.3	0.0	Puente Interamericana
966.0	1411	35.1	2.2	
965.0	1306	35.8	2.8	
964.0	1212	36.4	2.3	
963.0	1127	37.1	6.1	
962.0	1053	39.0	5.2	
961.0	958	41.3	0.0	
961.0	956	41.4	5.1	
960.0	901	42.8	5.4	
959.8	872	43.7	6.0	
959.6	837	45.2	6.0	
959.0	732	49.7	7.3	
958.9	728	49.9	0.0	Presa Bugaba 2
958.2	609	50.8	1.9	
958.0	570	51.1	1.4	
957.0	437	52.0	3.2	
956.0	315	52.8	1.8	
955.0	191	53.7	2.8	
954.0	137	54.1	1.6	
953.0	60	54.5	1.7	

Gráfica N° D1 Escenario 0: Velocidad del Agua VS Distancia desde Presa Bubaga 1



Gráfica N° D2 Escenario 1: Velocidad del Agua VS Distancia desde Presa Bubaga 1



D.4 MAPAS DE INUNDACION.

Con los resultados de la mancha de inundación en forma gráfica generada por GEO-HECRAS y las tablas de datos (tirante, velocidad, estación, etc) se han confeccionado dos mapas que presentan:

- La mancha de inundación sobre los mapas catastrales y cartográficos del IGNTG.
- La mancha de inundación con profundidad del tirante sobre imágenes satelitales de la región

En el Anexo B se presentan copias impresas de los Mapas de Inundación y en el Anexo Digital se presentan copias digitales en formato PDF y ACAD.

Figura N° D4 - Mancha de Inundación 50 años (Tirante)

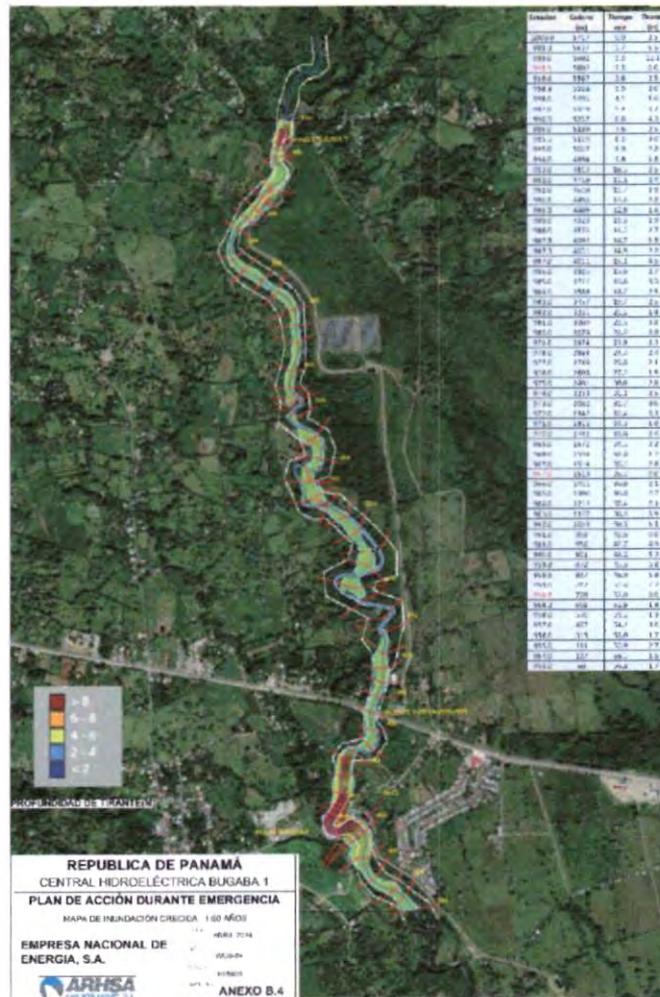
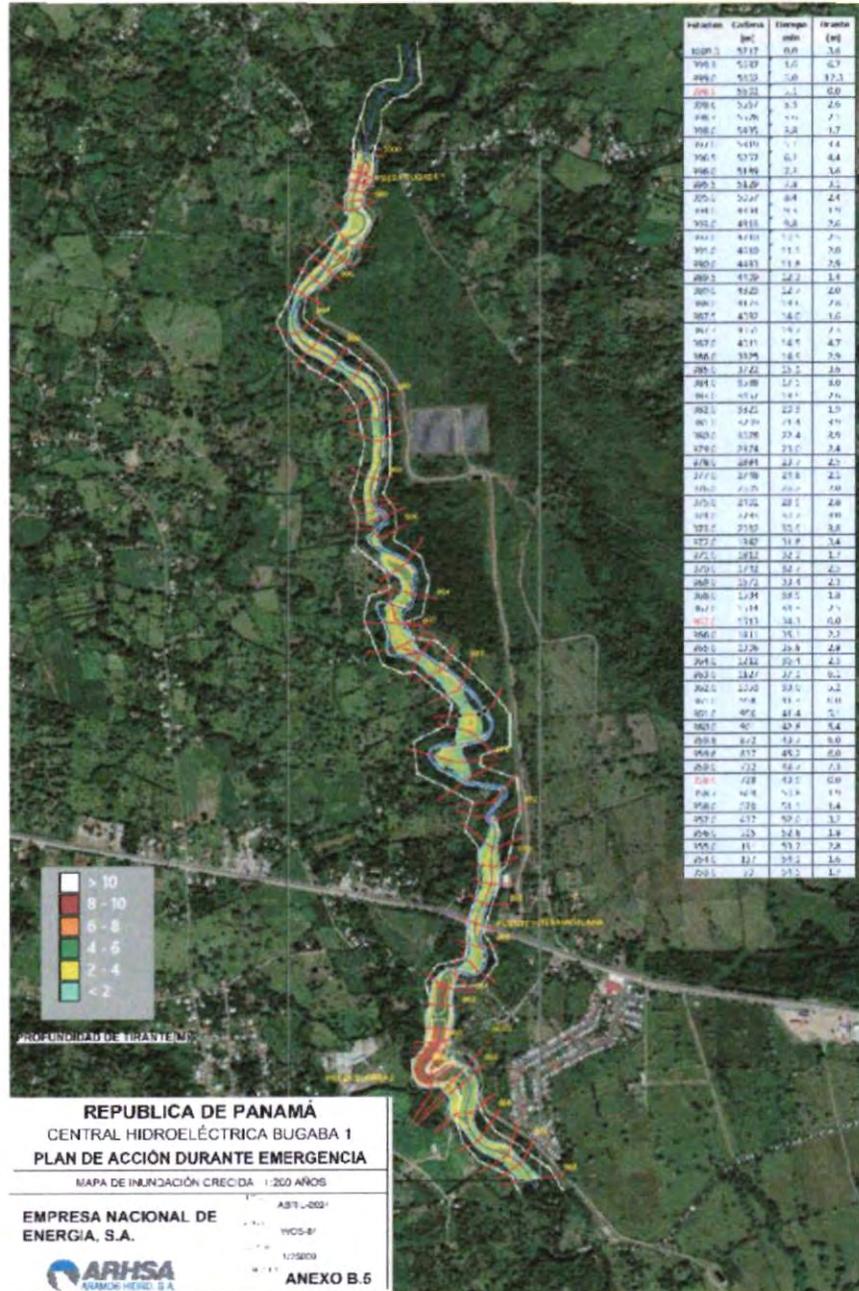


Figura N° D5 - Mancha de Inundación 200 años (Tirante)



D.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El análisis de los resultados nos permite concluir lo siguiente:

- Los escenarios analizados transitan dentro del cuce del río sin ocasionar inundaciones en áreas pobladas ni áreas de producción agrícola.
- Los escenarios analizados transitan sin consecuencias sobre las presas Bugaba 1, Bugaba2 y el puente del río Escarreca sobre la carretera Interamericana.

D.6 REFERENCIAS.

Textos y manuales

1. USA Geological Survey Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients.
2. Clasificación de presas y evaluación del riesgo con el modelo HEC-RAS, España.
3. Hidráulica de Canales, Ven T Chow.
4. Clasificación de presas y evaluación del riesgo con el modelo HEC-RAS, España.
5. USA Geological Survey Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients
6. Norma Para la Seguridad de Presas. Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP) septiembre 2010.
7. Clasificación De Presas Y Evaluación Del Riesgo Con El Programa Hec-Ras.
8. Programa GEO-HECRAS, desarrollado por CivilGEO y utiliza como algoritmo de calculo Hidrologic Engineering Center River analysis system 4.1.0 Jan 2010 HEC-RAS. Devoleped by the U.S. Army Corps Engineers
9. Guía Técnica de Seguridad de Presas No. 4 – Avenida de proyecto. Comité Nacional Español del Grandes Presas.

D.7 ANEXO DIGITAL

En el anexo digital (CD) se encuentran los siguientes archivos

Descripción	Tipo de Archivo
Mapas: <ul style="list-style-type: none">- ANEXO B.1: Mapa de Localización- ANEXO B.2: Mapa de Inundación de 1:50 años.- ANEXO B.3: Mapa de Inundación de 1:200 años.- Mapa de Inundación y Tirante de 1:50 años- Mapa de Inundación y Tirante de 1:200 años- Mancha de Inundación 1:50años- Mancha de Inundación 1:200 años	PDF, DWG PDF, DWG PDF, DWG PDF, JPG PAD, JPG KMZ KMZ
Memorias: <ul style="list-style-type: none">- Perfiles y secciones transversales dato HECRAS- Resultados GEO-HECRAS	PDF EXCEL

ANEXO E
Directorio de contactos alternativos

ANEXO E - DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

En caso de no poderse contactar a la persona responsable en el flujo de comunicación para la respectiva alerta se debe comunicar con el superior jerárquico.

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
Hidroeléctrica Bugaba 1	Jonathan González	Oficial de Ambiente y Seguridad	Oficina: 838-5559 Celular: 6316-1163, 6659-7770 Correo: jgonzalez@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Egberto Mojica	Jefe de operaciones y mantenimiento	Oficina: 838-5559 Celular: 62511084 Correo: emojica@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Erik Guerra	Mantenimiento	Oficina: 838-5559 Celular: 6852-1888 Correo: eguerra@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Juan Villarreal	Mantenimiento	Oficina: 838-5559 Celular: 6764-4572 Correo: jvillarreal@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Roger Gonzalez	Operador	Oficina: 838-5559 Celular: 6531-0215 Correo: chb1@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Melquiades Simonovic	Operador	Oficina: 838-5559 Celular: 6502-9171 Correo: chb1@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Alex Concepción	Operador	Oficina: 838-5559 Celular: 6515-5766 Correo: chb1@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Elvis Jimenes	Operador	Oficina: 838-5559 Celular: 6607-1917 Correo: chb1@enesa.com.pa
Hidroeléctrica Bugaba 1	Fredy Miranda	Asistente Adm. y de Recursos Humanos	Oficina: 838-5559 Celular: 6251-1123 Correo: fmiranda@enesa.com.pa
ETESA			
ETESA – CND PANAMA	Cuarto Control	Cuarto Control CND	Oficina: 230-5106 / 230-5844 Celular: 6550-6310 Correo: correspondenciacnd@cnd.com.pa
INSTITUTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DE PANAMA			
DIRECCION DE HIDROLOGÍA	Diana Lee	Directora	Oficina: 501-3845/3850/3800 Celular: 6980-3246 Correo: dcentanaro@imhpa.com.pa

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
DIRECCION DE METEOROLÓGICA	Elicet Yañez	Directora	Oficina: 501-3837/3834/3850 Celular: 6980-3244 Correo: eyanez@imhpa.gob.pa
INSTITUCIONES DE VIGILANCIA			
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ. INSTITUTO DE GEOCIENCIAS	Arkin A. Tapia	Jefe de la Red Sismica	Oficina: 523-5562/5560 Celular: Correo: a.tapia@up.ac.pa
UTP – CENTRO EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA	Dr. Alexis Mojica	Jefe Lab. I.I.C.A.	Oficina: 501-3640 Celular: Correo: amojica@utp.ac.pa
SERVICIO NACIONAL AERONAVAL	Jeremías Urieta	Director General	Oficina: directo 520-6090/6100/6200 Correo: yudantia@aeronaval.gob.pa
SINAPROC			
SINAPROC-COE DAVID- CHIRIQUI	Lic. Armando Palacios	Director provincial de Chiriquí	Oficina: *335/ 775-4019 (24horas) Panamá: 9117 520-4429 (24 horas) Correo: apalacios@sinaproc.gob.pa
SINAPROC-COE BUGBA-CHIRIQUI			Emergencia: 911 520-4429/4426 WhatsApp 6998-4809
SINAPROC-COE PANAMA	Adherval De La Rosa	Director General	Oficina: 520-4435/4728/4433 Correo: crumbo@sinaproc.gob.pa sinaproc@sinaproc.gob.pa
POLICIA NACIONAL			
POLICIA NACIONAL DE DAVID	Ulises Salamanca	Comisionado	Oficina: 775-1823 (oficina directo) 104/775-2210/772-8833 Correo: zpchiriqui@policia.gob.pa
POLICIA NACIONAL DE PANAMÁ	John Dornhein	Director	Oficina: 511-9130(directo oficina) 511-9132 /511-7000(Ancón) Correo: digen@policia.gob.pa
BOMBEROS			
BOMBEROS DAVID/BUGABA	Edilberto Armuelles	Jefe de operación búsqueda y rescate	Oficina: 103/ 775-4211/4212 Boquerón: 722-4028 Bugaba: 770-6211 Correo: jefaturaexbure@gmail.com
BOMBEROS DE PANAMÁ	Gabriel Isaza	Sub-Capitán	Oficina: 512-6148 Celular: Correo: informate@bomberos.gob.pa
HOSPITALES			

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
CSS HOSPITAL REGIONAL Dr. Rafael Hernandez (David)	Rolando Caballero	Director Médico	Oficina: 777-/8400/8843/8433/8432 Celular: Correo: rcaballero@css.gob.pa msantos@css.gob.pa (secretaria)
HOSPITAL CHIRIQUÍ (David)	Orlando Samudio	Dirección Ejecutiva	Oficina: 777-8042 (administración) 774-0128 ext. 1362 gerencia@hospitalchiriqui.com ó administración@hospitalchiriqui.com
HOSPITAL SANTO TOMAS (Panamá)	Elías García Mayorca	Director médico	Oficina: 507-5600 (central) Celular: Correo: www.hst.gob.pa
CRUZ ROJA			
CRUZ ROJA DE DAVID -CHIRIQUÍ	Luis Garcia Leodal Berrio	Encargado de Operaciones	Oficina: *445/775-3737 Celular: Correo: comite.david@cruzroja.org.pa
CRUZ ROJA PANAMA	Lic. Rosa Castillo Victor Palacios	Jefe de operaciones de Cruz Roja	Oficina: 315-1429/1388/1179 *455 emergencia en Panamá Correo: info@cruzroja.org.pa
OTRAS INSTITUCIONES			
MIVI Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	Rogelio E. Paredes	Ministro	Oficina: (507) 579-9205 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MEDUCA CHIRIQUÍ	Raquel Castillo	Directora Regional	Oficina: 515-7300 Celular: 6684-2161 Correo: meduca@meduca.gob.pa
MEDUCA PANAMÁ	Maruja Gorgay de Villalobos	Ministra	Oficina: 511-4400/515-7300 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MUNICIPIO BUGABA	Rafael Quintero	Alcalde	Celular: 6675-4783 Correo:
MOP CHIRIQUÍ	Arturo López	Director Regional	Oficina: 775-2248/775-4106 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
MOP PANAMÁ	Rafael Sabonge	Ministro	Oficina: 507-9481/9400 Correo: www.mop.gob.pa
IDAAN CHIRIQUÍ	Máximo Miranda	Director Regional	Oficina: 777-5518/777-5532/5517/5524 Correo: www.idaan.gob.pa
IDAAN PANAMÁ	Ing. Juan Ducruet	Director	Oficina: 523-8570 Celular:

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
			Correo: www.idaan.gob.pa
CORREGIMIENTO DE SORTOVÁ	Celso Feijo	Representante de Corregimiento	Oficina: Celular: 6616-3218 Correo:
CORREGIMIENTO DE LA ESTRELLA	Emiliano Lezcano	Representante de Corregimiento	Oficina: Celular: 6791-1332 Correo:
CORREGIMIENTO DE LA CONCEPCIÓN	Edilsa Gómez	Representante de Corregimiento	Oficina: Celular: 6442-2938 Correo:

ANEXO F
Plan de simulacro para emergencias

ANEXO F - PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS

CONTENIDO

F.1. PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS.....	2
F.1.1. Propósito.....	2
F.1.2. Antecedentes.....	2
F.1.3. Marco Legal.....	3
F.1.4. Organismos Administrativos Concernidos por el Simulacro.....	3
F.1.5. Frecuencia y Duración del Simulacro.....	3
F.1.6. Personal Implicado en el Simulacro.....	3
F.1.7. Pasos del Simulacro.....	4
F.1.8. Limitaciones y Alcances del Simulacro.....	4
F.1.9. Informe Final del Simulacro.....	6
F.1.10. Sistemas de Avisos para Simulacros.....	7
F.1.10.1. Sirena Acústica.....	7
F.1.10.2. Comunicación.....	8
F.2. PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL.....	11
F.2.1. Propósito.....	11
F.2.2. Antecedentes.....	11
F.2.3. Marco Legal.....	12
F.2.4. Organismos Administrativos Concernidos por el Plan.....	14
F.2.5. Identificación del Riesgo de Inundaciones.....	14
F.2.6. Sistema de Información y Seguimiento Hidrometeorológico.....	14
F.2.6.1. Alerta Meteorológica.....	14

ANEXOS

ANEXO A - Plan de Emergencia de Protección Civil

ANEXO B - Acciones del Plan de Simulacro

ANEXO C - Plan de Comunicación para Simulacro

F.1. PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS

F.1.1. Propósito

Presentar las situaciones previstas en el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE), las cuales serán ensayadas periódicamente mediante ejercicios de simulación, con el fin de que el equipo de explotación adquiera los adecuados hábitos de comportamiento. Se busca con esto la actualización del Plan, la capacitación de todos los actores involucrados y de que el objetivo del ejercicio indicado en este documento sea adecuado.

Para lograr esto se simulará la ocurrencia de situaciones de emergencia para eventos de crecidas o sismo donde se ponga a prueba la operatividad de los equipos (compuertas y otras estructuras hidráulicas) y al personal responsable de operar la presa.

Se espera que los ejercicios que se planteen en este documento cumplan con el objetivo de integrar al dueño u operador y su personal a simulacros de mayor envergadura que puedan organizar las autoridades de defensa civil involucradas en la emergencia. Además que adquieran conocimientos y la experiencia necesaria bajo una acción inmediata, ante situaciones que pongan en peligro la seguridad de las estructuras que conforman la Central Hidroeléctrica Bugaba 1, de manera que puedan actuar en el momento necesario, activar y dar seguimiento al Plan de Acción Durante Emergencia (PADE).

Para alcanzar los objetivos de este plan se deberá seguir los siguientes pasos:

- ✓ Asegurar que todo el personal forme parte del plan, lo haya estudiado y tenga conocimiento del mismo desde el momento de su incorporación a la organización de la operación de la central.
- ✓ Realizar actividades de simulacro de las emergencias establecidas en el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE).

En el **capítulo 6** de este Plan de Acción Durante Emergencia (PADE), se definen los procedimientos de actuación, estableciendo las circunstancias que permiten detectar el incidente que causa la situación y su clasificación, en cinco posibles pasos de escenarios según la importancia del suceso.

El simulacro, se llevará a cabo mediante un ejercicio en el que se ensayaran las medidas a seguir ante una situación hipotética de emergencia. Abarcando todos los pasos, que se contemplan en dicho Plan.

F.1.2. Antecedentes

En los últimos años las condiciones climatológicas y geomorfológicas de la región de Chiriquí han influido de forma notable, ocasionando situaciones de emergencia graves producidas por inundaciones, entre

otras situaciones que se desencadenan, producto de los efectos que puedan ocasionar grandes afectaciones en las áreas vulnerables cercanas a la ribera de un río.

F.1.3. Marco Legal

En la Resolución AN No. 3932- Elec del 22 de octubre del 2010, se aprueba la norma de Seguridad de Presas del Sector Eléctrico creada para la protección pública y el cuidado del medio ambiente. Donde se señala al Responsable Primario de la Central hidroeléctrica como responsable legal del desarrollo del Plan de Acción Durante Emergencia (PADE); entre sus obligaciones están, la implantación, mantenimiento y actualización del plan.

El Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) y las Instituciones involucradas deberán formar parte de un sistema de emergencias, para salvaguardar la vida y bienes de la población.

F.1.4. Organismos Administrativos Concernidos por el Simulacro

El presente plan deberá involucrar a todos los organismos y servicios pertenecientes a la región o zona afectada, que tengan entre sus competencias o desarrollen funciones en el ámbito de la predicción, prevención, seguimiento e información acerca de los factores que pueden dar lugar a inundaciones, así como de la protección y socorro de los ciudadanos/as ante los fenómenos desencadenantes.

F.1.5. Frecuencia y Duración del Simulacro

Para habituar y disciplinar el comportamiento del equipo, se realizará el simulacro de algunas de las situaciones contempladas en el **capítulo 6**, del presente plan de emergencia al menos una vez cada tres años.

Los ejercicios de simulacro se realizan cuando la central hidroeléctrica este en situación normal y en una época del año en que las circunstancias permitan prever, con cierta garantía que no va a acontecer un incidente que genere una situación extraordinaria o de emergencia real.

La duración del ejercicio del simulacro será como mínimo de 24 horas.

El ejercicio se interrumpirá cuando su desarrollo acontezca con situación extraordinaria o de emergencia real o sea imprescindible la atención del personal para garantizar la operación normal de la central.

F.1.6. Personal Implicado en el Simulacro

El Coordinador del PADE, será el encargado de programar, coordinar y dirigir el simulacro de la situación de emergencia.

En el ejercicio participará a todo el personal necesario para llevar a cabo las tareas a realizar de acuerdo a la situación de emergencia del simulacro.

Se excluirá de la participación del ejercicio, total y parcialmente, al personal necesario para mantener la central en operación normal durante el simulacro.

Se implicará en el ejercicio, a las personas y organismos externos, que el Plan de Emergencia establezca.

F.1.7. Pasos del Simulacro

El simulacro de las situaciones de emergencia se realizará en cinco pasos, paralelas a las establecidas en una situación normal, llevando una bitácora de todas las acciones ejecutadas:

Paso 1: Detección del Evento

Paso 2: Determinación del Nivel de Emergencia

Paso 3: Niveles de Comunicación y Notificación

Paso 4: Acciones Durante la Emergencia

Paso 5: Terminación

Durante el desarrollo del ejercicio del simulacro durante la emergencia, el equipo controlará y registrará en la bitácora todas las acciones que se desarrollen y se pondrá mayor interés en los siguientes aspectos:

- ✓ Utilización de los sistemas de comunicación.
- ✓ Tiempo de respuesta del personal.
- ✓ Comprobación de los sistemas básicos de comunicación y energía.
- ✓ Medidas de seguridad y protección personal.
- ✓ Adquisición de datos de auscultación.
- ✓ Seguimiento y control de los equipos de instrumentación del embalse.

F.1.8. Limitaciones y Alcances del Simulacro

No se permitirá el tráfico de personas o vehículos salvo que sean imprescindibles dentro del ejercicio del simulacro.

Las comunicaciones deberán estar disponibles para el ejercicio.

A continuación se presenta la secuencia de las acciones para el ejercicio de simulacro:

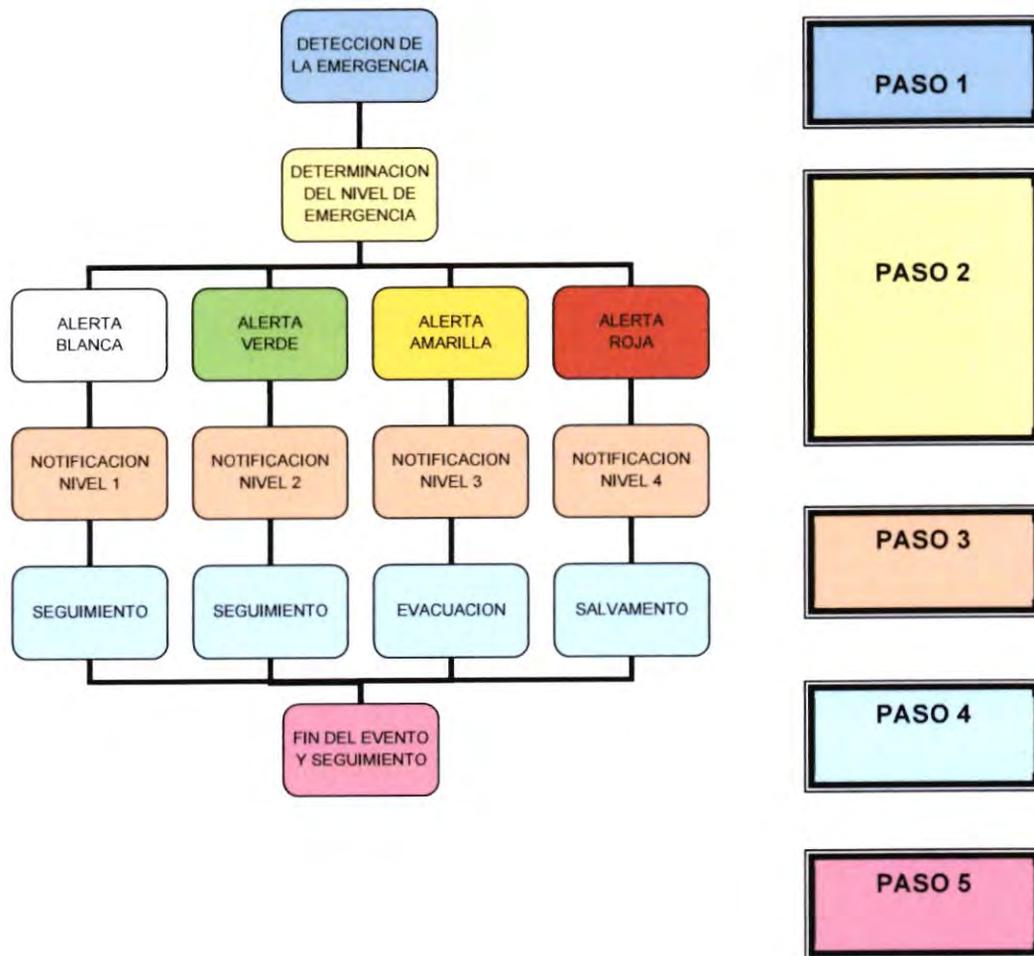


Figura Nº 1 – Acciones durante la emergencia

Los escenarios de emergencia que se podrían ensayar son:

- ✓ Evento extraordinario (crecida extraordinaria y sismicidad).
- ✓ Colapso de la Presa

En particular el Coordinador del PADE deberá:

- ✓ Elaborar la ficha descriptiva estableciendo el tipo de alerta a simular y las instrucciones generales sobre el simulacro.
- ✓ Plantear al operador de la presa hipotéticas circunstancias especiales que pudieran surgir durante el desarrollo del ejercicio.

- ✓ Plantear al operador de la presa la ocurrencia de situaciones de emergencia para eventos de crecida y sismos para poner a prueba la operatividad de los equipos (para apertura o cierre de compuertas de las estructuras hidráulicas).
- ✓ Programar una reunión formativa con el personal de la presa donde se revisen los métodos de actuación frente a situaciones de emergencia.
- ✓ Redactar un informe final del ejercicio.

Cabe señalar que se deberá verificar la efectividad y funcionamiento de sensores automáticos disparándolos manualmente, o bien simulando y dando la alarma en forma verbal.

Además debe verificarse como se manejarán los equipos (para apertura o cierre de compuertas de las estructuras hidráulicas) ante alguna de las siguientes posibilidades de situación de emergencia en simulacro:

- ✓ Operación del embalse en situación de emergencia para el caso de crecida extraordinaria, alertada y verificada a partir del conocimiento del pronóstico con suficiente atenuación.
- ✓ Cierre automático de los equipos de operación en caso de sismos.
- ✓ Apertura automática de elementos de operación del embalse (anular de inmediato dado que se trata de un simulacro).
- ✓ Puesta a salvo del personal de operación de la presa.
- ✓ Comunicación de la Situación de Emergencia a las autoridades con jurisdicción aguas abajo de la presa indicando que tipo de emergencia se ha producido, constatando que se desarrolle el operativo de emergencia a cargo de otras autoridades.
- ✓ Verificar que las autoridades mencionadas se encuentren en condiciones de asociar la emergencia con los potenciales efectos determinados en el PADE. Debe verificarse, en principio si las autoridades dispongan de un ejemplar del PADE, si alguien lo ha estudiado, si se ha instrumentado su aplicación, y si se ha previsto, las medidas de mitigación necesarias.

Por otra parte el personal de operación deberá contar con las siguientes condiciones para operar la emergencia en forma segura:

- ✓ Lugar seguro para la operación de la presa en emergencia
- ✓ Distintos tipos de sistemas de comunicación
- ✓ Generación eléctrica o baterías de emergencia (grupo electrógeno, combustible y nivel de carga de baterías)
- ✓ Movilidad propia a salvo de la emergencia, con reserva de combustible
- ✓ Agua, alimentos y abrigo.

F.1.9. Informe Final del Simulacro

EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA, S.A. (EGESA), realizará un informe sobre el desarrollo del ejercicio del simulacro, que será remitido a la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP). En el mismo se reportarán todas las incidencias, observaciones, conclusiones y recomendaciones que permitan introducir mejoras en los procedimientos de actuación.

El contenido mínimo del informe será el siguiente:

- ✓ Descripción del ejercicio planteado
- ✓ Desarrollo del ejercicio
- ✓ Fecha y hora de comienzo y final del ejercicio
- ✓ Objetivo buscado con el ejercicio
- ✓ Grado de preparación individual del personal
- ✓ Emergencia Simulada (La que corresponda)
- ✓ Tipos de Alertas a establecer (Blanca, Verde, Amarilla, Roja)
- ✓ Personal Implicado
- ✓ Acciones Realizadas
- ✓ Comunicaciones
- ✓ Problemas de los sistemas de comunicación
- ✓ Comprobaciones y tiempos de respuesta
- ✓ Anomalías e incidencias presentadas
- ✓ Descripción de las dificultades y carencias que se hayan podido presentar
- ✓ Adecuación de los medios materiales disponibles
- ✓ Grado de incumplimiento de los objetivos buscados con el ejercicio (Valoración del Ejercicio)
- ✓ Evaluación General
- ✓ Fallas del PADE y modificaciones propuestas buscadas con el ejercicio

F.1.10. Sistemas de Avisos para Simulacros

F.1.10.1. Sirena Acústica

Las sirenas acústicas instaladas permitirán dar la alerta a los poblados que se encuentren ubicados en las zonas inundables.

La sirena de aviso será utilizada exclusivamente para notificar la señal de alerta roja. Los sonidos en decibeles que se dispongan para cada caso serán establecidos por el Cuerpo de Bomberos Local, de forma tal que cubra un nivel sonoro en zonas urbanas y en zonas rurales.

La sirena durante simulacros será avisada con anticipación a las entidades públicas y de protección civil que esté relacionado con los niveles de emergencia alertados.

F.1.10.2. Comunicación

Durante el simulacro, el sistema de comunicación que se utilizara para notificar la alerta deberá mantener comunicación redundante con la sala de emergencia de la presa y los puntos donde están ubicadas las sirenas de aviso.

Durante el simulacro se verificará la eficacia de los medios primarios de comunicación, con las instituciones que en cada caso corresponda. También se verificará el funcionamiento de otros medios de comunicación disponibles en la actualidad que presenten una garantía y fiabilidad en dicha comunicación.

En caso de falla de cualquiera de los sistemas de comunicación se deberá implementar los sistemas alternos de comunicación.

ANEXOS

- ANEXO A - Plan de Emergencia de Protección Civil
- ANEXO B - Acciones del Plan de Simulacro
- ANEXO C - Plan de Comunicación para Simulacro

ANEXO A - PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL

F.2. PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL

F.2.1. Propósito

Este plan de emergencia tiene como propósito establecer la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios de aquellos que brinde el Estado y, en su caso, de otras entidades públicas y privadas, que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz ante situaciones de emergencia provocadas por inundaciones que puedan darse en el territorio nacional.

El plan ante situaciones de inundaciones establecerá:

- ✓ Los mecanismos de apoyo a los planes de la comunidad autónoma en el supuesto de que éstas así lo requieran.
- ✓ La estructura organizativa que permita la dirección y coordinación del conjunto de las administraciones públicas en situaciones de emergencia por inundaciones declaradas de interés nacional, así como prever, en esos casos, los procedimientos de movilización y actuación de aquellos recursos y servicios que sean necesarios para resolver de manera eficaz las necesidades creadas, teniendo en consideración las especiales características del grupo social de las personas con discapacidad para garantizar su asistencia.
- ✓ Los mecanismos y procedimientos de coordinación con los planes de aquellas comunidades autónomas no directamente afectadas por la catástrofe, para la aportación de medios y recursos de intervención, cuando los previstos en los planes de las comunidades autónomas afectadas se manifiesten insuficientes.
- ✓ El sistema y los procedimientos de información sobre inundaciones, a utilizar con fines de protección civil, en coordinación con los Planes de gestión de los riesgos de inundación.
- ✓ Un banco de datos de carácter nacional sobre medios y recursos estatales, o asignados al Plan, disponibles en emergencias por inundación.
- ✓ Los mecanismos de solicitud y recepción, en su caso, de ayuda internacional para su empleo en caso de inundaciones.

En el caso de emergencias que se puedan resolver mediante los medios y recursos gestionados por los planes de comunidades autónomas, el Plan juega un papel complementario a dichos planes, permitiendo éstos bajo la dirección de los organismos competentes de dicha administraciones. Si la emergencia hubiera sido declarada de interés nacional, la dirección pasa a ser ejercida por el/la Ministro/a, y este Plan organiza y coordina todos los medios y recursos intervinientes en la emergencia.

F.2.2. Antecedentes

En el presente Plan se consideraran todas aquellas inundaciones que presenten un riesgo para la población y sus bienes, las que produzcan daños en infraestructuras básicas o interrumpan servicios esenciales para la comunidad, ocasionadas por las siguientes situaciones:

- ✓ Inundaciones por precipitación "in situ"
- ✓ Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces, provocada o potenciada por: precipitaciones, obstrucción de cauces naturales o artificiales, invasión de cauces, deslizamiento y acción de las mareas.
- ✓ Inundaciones por rotura o la operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica.

Las inundaciones son el riesgo más natural que más habitualmente producen daños a las personas y los bienes siendo el que produce mayores daños tanto materiales como humanos.

Por lo tanto, resulta necesario prever la organización de los medios y recursos, materiales y humanos, que podrían ser requeridos para la asistencia y protección a la población, en caso de que suceda una catástrofe por inundaciones en las áreas cercanas a la central.

F.2.3. Marco Legal

La ley 7, del 11 de febrero del 2005, reorganiza el sistema nacional de protección civil (SINAPROC), para brindar atención ante desastres, inundaciones, medidas de emergencias. Tienen la responsabilidad de ejecutar medidas, disposiciones y órdenes tendientes a evitar, anular o disminuir los efectos que la acción de la naturaleza o la antropogénica (fenómenos de origen humano o relacionado a las actividades del hombre, incluyendo las tecnológicas) pueda provocar sobre la vida y bienes del conglomerado social.

Le corresponde al SINAPROC la planificación, investigación, dirección, supervisión y organización de las políticas y acciones tendientes a prevenir los riesgos materiales y psicosociales, y a calibrar la peligrosidad que puedan causar los desastres naturales y antropogénicos, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

- ✓ Recopilar y mantener un sistema de información a través de un centro de datos moderno, con la finalidad de obtener y ofrecer las informaciones necesarias para la planificación estratégicas y medidas sobre gestión de riesgos y protección civil.
- ✓ Promover un plan nacional de gestión de riesgos, incorporando el tema como eje transversal en los procesos y planes de desarrollo del país, con el objeto de reducir la vulnerabilidad existente y el impacto de los desastres en todo el territorio nacional.
- ✓ Formular y poner en marcha estrategias y planes de reducción de vulnerabilidades y de gestión de riesgo, en cada uno de los sectores sociales y económicos para proteger a la población, la producción, la infraestructura y el ambiente.
- ✓ Confeccionar planes y acciones orientados a fortalecer y mejorar la capacidad de respuesta y la atenuación humanitaria.
- ✓ Promover programas de educación, análisis investigación e información técnica y científica sobre amenazas naturales y antropogénicas, para tal efecto, cooperará y coordinará con organismos estatales y entidades privadas e internacionales del sector educativo, social y científico.
- ✓ Promover o proponer al Órgano Ejecutivo el diseño de planes y la adopción de normas reglamentarias sobre seguridad y protección civil en todo el territorio nacional.

- ✓ Crear manuales y planes de emergencia, tanto generales como específicos, para casos de desastres naturales o antropogénicos.
- ✓ Ejercer las demás funciones que le correspondan, de acuerdo a la ley y sus reglamentos.

Para la prevención y la atención de los desastres naturales o antropogénicos, el SINAPROC, según sea el caso, diseñará e implementará los siguientes planes:

- ✓ Plan nacional de emergencias
- ✓ Plan de gestión de riesgos

SINAPROC, deberá presentar al Ministerio de Gobierno y Justicia una norma Básica de Protección Civil, la cual contemple planes de emergencia generales que se puedan presentar en cada ámbito territorial, y planes especiales, para hacer frente a los riesgos específicos cuya naturaleza requiera una metodología técnica adecuada para cada uno de ellos.

El plan especial deberá establecer:

- ✓ Los mecanismos de apoyo a los planes de comunicación autónoma en el supuesto de que éstas así lo requieran.
- ✓ La estructura organizativa que permita la dirección y coordinación de la administración pública en situaciones de emergencia por inundaciones declaradas de interés nacional así como prever, en esos casos, los procedimientos de movilización y actuación de aquellos recursos y servicios que sean necesarios para resolver de manera eficaz las necesidades creadas, teniendo en consideración las especiales características del grupo social de las personas con discapacidad para garantizar asistencia.
- ✓ Los mecanismos y procedimientos de coordinación con los planes de aquellas comunidades autónomas no directamente afectadas por la catástrofe, para la aportación de medios y recursos de intervención, cuando los previstos en los planes de las comunidades autónomas afectadas se manifiesten insuficientes.
- ✓ El sistema y los procedimientos de información sobre inundaciones, a utilizar con fines de protección civil, en coordinación con los Planes de gestión de los riesgos de inundación.
- ✓ Un banco de datos de carácter nacional sobre medios y recursos estatales, o asignados al Plan Estatal, disponibles en emergencias por inundaciones.
- ✓ Los mecanismos de solicitud y recepción, en su caso, de ayuda internacional para su empleo en caso de inundaciones

En este caso aplican los planes especiales en los ámbitos territoriales el cual deberá cumplir requisitos mínimos en cuanto a fundamentos, estructura, organización y criterios operativos y de respuesta, con la finalidad de prever un diseño o modelo nacional mínimo que haga posible, en su caso, una coordinación y actuación conjunta de los distintos servicios y administraciones aplicadas.

F.2.4. Organismos Administrativos Concernidos por el Plan

El presente plan deberá involucrar a todos los organismos y servicios pertenecientes a la región o zona afectada, que tengan entre sus competencias o desarrollen funciones en el ámbito de la predicción, prevención, seguimiento e información acerca de los factores que pueden dar lugar a inundaciones, así como de la protección y socorro de los ciudadanos/as ante los fenómenos desencadenantes.

Podrán verse concernidos por el presente Plan, en caso de emergencias de interés nacional, los servicios y entidades dependientes de otros organismos públicos, al estar incluidos en la organización de otros Planes Especiales ante el Riesgo de Inundaciones, o sean llamados a intervenir por el órgano competente de la Administración General del País.

F.2.5. Identificación del Riesgo de Inundaciones

El documento PADE, contiene los mapas cartográficos que delimitan las zonas con riesgos de inundaciones de acuerdo a las posibles causas que se puedan desarrollar ante la amenaza de crecidas o malas prácticas operacionales para la regulación del embalse. Estos mapas actuarán como base para la evaluación y gestión de riesgos de inundación, los planes de emergencias serán adaptados de forma coordinada para que sean considerados.

F.2.6. Sistema de Información y Seguimiento Hidrometeorológico

Con el propósito de minimizar los daños producidos por inundaciones, es necesario establecer sistemas de alerta hidrometeorológica que permitan la toma anticipada de las decisiones necesarias a las autoridades del Sistema Nacional de Protección Civil. Para ello se debe contar con sistemas de información hidrológica y de predicción meteorológica, en este caso ETESA que permita minimizar los posibles daños.

El sistema de información y seguimiento hidrometeorológico tendrá la responsabilidad de establecer los procedimientos para dar a conocer los datos más relevantes acerca de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos que hayan podido o puedan tener alguna incidencia en la población y sus bienes. Se tendrá en cuenta las posibles previsiones sobre la posible evolución del fenómeno meteorológico y del sistema hidráulico con la mejor incertidumbre posible.

La información que se proporcione será la más completa y fidedigna posible, obtenida en tiempo casi real y de rápida difusión, con el objetivo de que pueda servir de base al Responsable Primario de la Central y a las autoridades de Protección Civil para la pronta activación de los planes de emergencia.

F.2.6.1. Alerta Meteorológica

Las precipitaciones intensas o tormentas producen los daños más cuantiosos en nuestro país, esto obliga a establecer unos sistemas de alerta meteorológicos que permitan a las autoridades de protección civil y a la población en general la toma anticipada de decisiones necesarias para minimizar los posibles daños producidos por inundaciones.

ETESA, es la institución encargada del desarrollo, implantación y prestación de los servicios meteorológicos.

El sistema de alerta meteorológica ha de considerar las variables que pueden intervenir en el fenómeno de las inundaciones, así como los procedimientos para su inmediata difusión considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Se establecen los umbrales, los procedimientos de comunicación y el tiempo de antelación de los avisos por precipitaciones de elevadas intensidad con el fin de que puedan ser adoptadas las medidas precisas que minimicen los daños.
- ✓ Se establecerá un seguimiento especial de los fenómenos que puedan dar lugar a tormentas fuertes o muy fuertes y los consiguientes procedimientos de aviso.

ANEXO B - ACCIONES DEL PLAN DE SIMULACRO

Cuadro N°1 - Acciones del Nivel 1: Vigilancia reforzada

Detección de la Emergencia	Responsable	PROCESO DEL SIMULACRO DE EMERGENCIA		
		Antes Planificación	Durante Vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para los Escenario 0 y 1 del apartado 7 del PADE	Coordinador del PADE/ Jefe de Operaciones & Mantenimiento	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta, los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región.	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios y mapas y se volverán a distribuir con las adecuaciones que se consideren válidas.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro.	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Comunicar a todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación para este nivel	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se mantendrán en su puesto hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que estén preparados, ante las situaciones hipotéticas de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Coordinar con los estamentos de seguridad la organización; incluyendo divulgación, preparación para la evacuación, cursos de primeros auxilios y rescate en aguas rápidas de ser necesario, para las comunidades ubicadas en las áreas inundables.	Distribución y divulgación del plan de comunicación a los pobladores. Apoyar los cursos de primeros auxilios.	
		Solicitar a las autoridades locales, el inventario de habitantes cercanos a las instalaciones, ubicados aguas arriba y abajo, sus actividades agropecuarias y de cultivo.	Se verificará la información, haciendo un recorrido en sitio.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Revisará los criterios contenidos en el apartado 5 "Detección de la Emergencia, Evaluación y Clasificación" del documento PADE.	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copias de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio.	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio.	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
Coordinar los ejercicios del simulacro correspondiente.	Realizar el ejercicio seleccionado.	Indicar las observaciones en el reporte de terminación de las lecciones aprendidas de este ejercicio		

		Preparar el formulario de inspección de la presa, así como los equipos (cámara fotográfica, GPS, cinta) para realizar el recorrido.	Inspección general de la presa.	Completar el formulario con los resultados obtenidos, y comparar sus resultados con la de años anteriores si los hay. Verificación del sismo en otras fuentes.
Operador de la Planta		Disponer del apartado 5 del PADE (detección de la emergencia, evaluación y clasificación), directorio de notificación y mapa de inundación para esta emergencia.	Una vez inicie el simulacro deberá mantener comunicación constante con el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento	Mantendrá comunicación directa con el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento.
		Revisará los criterios contenidos en el apartado 5 "Detección de la Emergencia, Evaluación y Clasificación" del documento PADE con el Coordinador del PADE.	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Coordinará con el Jefe de Operaciones & Mantenimiento las acciones del simulacro de emergencia	Seguirá instrucciones por parte del coordinador del PADE o Coordinará con el Jefe de Operaciones & Mantenimiento las acciones del simulacro de emergencia	Contribuirá en la confección del reporte de la terminación de la emergencia, incluyendo las lecciones aprendidas del suceso.
		Durante todos los meses del año, monitoreará los niveles del embalse, especialmente en la estación lluviosa.	Revisará los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y las lecturas que registran los instrumentos.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años. Para los niveles máximos alcanzados se indicaran las acciones realizadas durante estos eventos.

Cuadro N°2 - Acciones del Nivel 2: Precauciones Serias

Detección de la Emergencia	Responsable	PROCESO DEL SIMULACRO DE EMERGENCIA		
		Antes Planificación	Durante Vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para los Escenario 0 y 1 del apartado 7 del PADE	Gerente de la Central	Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento de la planta necesario para hacer cualquier reparación	El personal de turno de mantenimiento debe permanecer por 12 horas consecutivas disponible.	Revisar el inventario de repuestos con el departamento de compras.
	Coordinador del PADE/ Jefe de Operaciones & Mantenimiento	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta, los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias de los documentos durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios y mapas y se volverán a distribuir con las adecuaciones que se consideren válidas.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que estén preparados, ante las situaciones hipotéticas de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Comunicar con todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación para este nivel	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se mantendrán en su puesto hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copias de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificara la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinara cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificara la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinara cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Se seleccionará uno de los escenarios para realizar el simulacro.	Se realizara el procedimiento aplicable en este caso las acciones indicadas en el apartado 6 del PADE.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio
		Revisará los criterios contenidos en el apartado 5 "Detección de la Emergencia, Evaluación y Clasificación" del documento PADE.	Verificar el nivel del embalse. Verificar evento sísmico en otras fuentes.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
Preparar el formulario de inspección de la presa, así como los equipos (cámara fotográfica, GPS, cinta) para realizar el recorrido.	Inspección general de la presa.	Completar el formulario con los resultados obtenidos, y comparar sus resultados con la de años anteriores si los hay.		

				Completar el formulario con los resultados obtenidos.
	Operador de la Central	Disponer del apartado 5 del PADE (detección de la emergencia, evaluación y clasificación), directorio de notificación y mapa de inundación para esta emergencia.	Una vez inicie el simulacro se deberá comunicar con el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento.	Mantendrá comunicación directa con el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento.
		Coordinará con el Jefe de Operaciones & Mantenimiento las acciones del simulacro de emergencia	Seguirá instrucciones por parte del coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento.	Contribuirá en la confección del reporte de la terminación de la emergencia, incluyendo las lecciones aprendidas del suceso.
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE.	Verificar el nivel del embalse. Registra los niveles del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Durante todos los meses del año, monitoreará los niveles del embalse, especialmente en la estación lluviosa.	Revisar los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y las lecturas que registran los instrumentos.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años. Prever cualquier anomalía que se pueda identificar durante este proceso.

Cuadro N°3 - Acciones del Nivel 3: Peligro inminente

Detección de la Emergencia	Responsable	PROCESO DEL SIMULACRO DE EMERGENCIA		
		Antes Planificación	Durante Vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para los Escenario 0 y 1 del apartado 7 del PADE	Gerente de la Central	Coordinará con el operador y el coordinador del PADE las acciones durante la emergencia	Recibirá información de las condiciones operacionales de la central y sobre el accionamiento de la sirena.	Realizar una reunión plenaria con los estamentos de seguridad y organismos públicos y privados, ante la posibilidad de que la presa falle.
		Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento de la planta necesario para hacer cualquier reparación	El personal de turno de mantenimiento debe permanecer por 12 horas consecutivas disponible.	Revisar el inventario de repuestos con el departamento de compras.
	Coordinador del PADE/ Jefe de Operaciones & Mantenimiento	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta, los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios de notificaciones y mapas y se volverán a distribuir con las observaciones sugeridas en la inducción.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando.
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que esté preparado, ante las situaciones de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Comunicar con todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación de emergencia para este nivel.	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se tomen las acciones hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinar el aviso al público en general, mediante reuniones en la comunidad, prensa, radio, televisión y centros educativos que se estarán haciendo vertimiento de agua.		
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copias de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificara la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinara cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificara la disponibilidad de respuesta a este ejercicio realizado	Se coordinara cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE (apartado 5 Detección de la emergencia, evaluación y clasificación).	Verificar el nivel del embalse. Verificar evento sísmico en otras fuentes.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
Se seleccionará uno de los escenarios para realizar el simulacro.	Se realizara el procedimiento aplicable en este caso las acciones indicadas en el apartado 6 del PADE.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.		

		Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado donde se procederá a dar aviso con sirena para iniciar el proceso de protección, control y rescate.	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio, con las observaciones obtenidas de los participantes
		Preparar el formulario de inspección de la presa, así como los equipos (cámara fotográfica, GPS, cinta) para realizar el recorrido.	Inspección general de la presa.	Completar el formulario con los resultados obtenidos.
		Se asegurará de tener disponible el equipo auxiliar, combustible, recurso humano, vehículos.	Coordinar con los de protección civil y líderes locales el rescate de algunos pobladores ubicados en áreas vulnerables cercanas al embalse.	Participará en la reunión plenaria con los estamentos de seguridad y organismos públicos y privados, ante la posibilidad de que la presa falle.
		Preparar el informe de análisis de riesgo el cual incluya los costos para mitigar la emergencia.		Asegurarse que el personal y los pobladores estén en las zonas seguras. Actualización del mapa de inundación donde se marcaran las zonas seguras próximas a la central.
		Coordinar con el personal de la central los recursos que estarán a disposición para el traslado hacia las zonas seguras	Si la rotura es inminente se realiza un segundo recorrido por la presa y las zonas vulnerables, en conjunto con los estamentos de seguridad, para cerciorarse de que se deberá evacuar ante el posible riesgo de falla.	Adecuar el informe de riesgo de acuerdo a los resultados obtenidos en el ejercicio y presentarlo a la ASEP. Mantener informado a los estamentos de seguridad sobre la situación de emergencia.
	Operador de la Central	Revisará los criterios contenidos en el documento PADE	Verificar el nivel del embalse	Verificación del inventario de la población, agropecuario y viviendas aguas abajo de la Presa con la información que manejan las instituciones MIDA, MIVIOT, MIAMBIENTE, BOMBEROS y SINAPROC.
			Asegurar de obtener la medida del nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
			Accionará la sirena para operaciones de protección, control y rescate.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
	SINAPROC	Asignar y verificar el funcionamiento de los radios de comunicación que usarán los líderes comunitarios	SINAPROC contará con todo el equipo disponible necesario durante las 24 horas del día o por el tiempo que dure la emergencia.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
	Personal de la Central	El personal contará con las copias de los niveles de notificación y de los mapas, recibirá la inducción del simulacro de emergencia.	Se realizaran turnos de 12 horas hasta finalizar el ejercicio.	SINAPROC deberá presentar un plan de rescate como resultado del ejercicio y compartirlo con los demás estamentos de seguridad y el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento Realizará aportes al informe de terminación del ejercicio.

Cuadro N°4 - Acciones del Nivel 4: Rotura Constatada

	Responsable	
--	--------------------	--

Detección de la Emergencia		PROCESO DEL SIMULACRO DE EMERGENCIA		
		Antes Planificación	Durante Vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para los Escenario 0 y 1 del apartado 7 del PADE	Gerente de la Central	Coordinar con el Coordinador del PADE y el operador de la central las instrucciones de evacuación.	Autoriza que se declare el fin de la emergencia a las autoridades y oficinas de manejo de agua, ASEP y CND.	Reunión de evaluación de lecciones aprendidas con todos los estamentos de seguridad que han participado en la emergencia e Instituciones involucradas
	Coordinador del PADE/ Jefe de Operaciones & Mantenimiento	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios de notificaciones y mapas y se volverán a distribuir con las observaciones sugeridas en la inducción.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que esté preparado, ante las situaciones de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Comunicar con todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación de emergencia para este nivel.	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se tomen las acciones hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinar el aviso al público en general, mediante reuniones en la comunidad, prensa, radio, televisión y centros educativos que se estarán haciendo vertimiento de agua.		
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copias de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificara la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinara cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con el ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificara la disponibilidad de respuesta a este ejercicio realizado	Se coordinara cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Se seleccionará uno de los escenarios para realizar el simulacro.	Se realizara el procedimiento aplicable en este caso las acciones indicadas en el apartado 6 del PADE.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado donde se procederá a dar aviso con sirena para iniciar el proceso de protección, control y rescate.	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio, con las observaciones obtenidas de los participantes
Se asegurará de tener disponible el equipo auxiliar, combustible, recurso humano, vehículos.	Coordinar con los de protección civil y líderes locales la evacuación del personal así como la de los pobladores ubicados en áreas vulnerables.	Asegurarse que el personal y los pobladores estén en las zonas seguras. Actualización del mapa de inundación donde se marcaran las zonas seguras próximas a la central.		

		Preparar el informe de análisis de riesgo el cual incluya los costos para mitigar la emergencia.		Adecuar el informe de riesgo de acuerdo a los resultados obtenidos en el ejercicio y presentarlo a la ASEP.
		Coordinar con el personal de la central los recursos que estarán a disposición para el traslado hacia las zonas seguras	Si la apertura es inminente se realiza un segundo recorrido por la presa y las zonas vulnerables, en conjunto con los estamentos de seguridad, para cerciorarse de que se deberá evacuar ante el posible riesgo de falla.	Mantener informado a los estamentos de seguridad sobre la situación de emergencia.
		Coordinar con MEDUCA la suspensión temporal de clase en las escuelas ante la emergencia	Comunicar al MEDUCA la suspensión temporal de clase en las escuelas mediante dure el ejercicio o se detecte la emergencia.	Verificación del inventario de la población, agropecuario y viviendas aguas abajo de la Presa con la información que manejan las instituciones MIDA, MIVIOT, MIAMBIENTE, BOMBEROS y SINAPROC. Levantamiento de los daños estructurales.
		Coordinar con MIAMBIENTE para que los animales muertos sean enterrados en una fosa común. Coordinar la contratación de los servicios de terceros para todos los trabajos de remediación y limpieza (en los casos que sean necesarios).	Declare el fin de la emergencia a las autoridades y oficinas de manejo de agua, ASEP y CND.	Verificar que se utilizaran como albergues temporales de las escuelas que no han sido afectadas. Evaluar los recursos para la población afectada.
				Se solicitará que la evaluación de daños la realice personal calificado y que sea discutido con las autoridades: Corredor de Seguro, MIDA, MIVI, BDA y MIAMBIENTE; en coordinación con otras instituciones estatales de la región. Considerar estas afectaciones en el informe de riesgo.
				Coordinar la evaluación con MIAMBIENTE si es necesaria la reforestación y de vegetación del suelo una vez estén dadas las condiciones ambientales. Dejar que el ciclo de descomposición de la flora ocurra de manera natural.
	Estamentos de Seguridad	Coordinar con los líderes comunitarios las rutas de evacuación y zonas seguras	Dar las instrucciones para verificar que todos hayan evacuado.	Velar por la seguridad de los colaboradores, contratistas y personal externo que trabaje en las actividades de evaluación de daños.
			Asegurarse de que se estén utilizando las escuelas, según la coordinación establecida previamente con MEDUCA.	
	SINAPROC	Coordinar con el coordinador del PADE las acciones en cada nivel de emergencia	Mantenerse a la disposición de SINAPROC con todo el equipo necesario durante las 24 horas al día, por el tiempo que dure la emergencia.	Asegurarse que todos los pobladores estén seguros.

				Apoyar en la acciones de ayuda humanitaria a las poblaciones afectadas por inundaciones luego de pasada la emergencia.
				Coordinar con la Brigada de Emergencias, el proceso de limpieza y disposición de los desechos.
				Coordinar con el Gerente de Planta y Líderes de área el restablecimiento del horario normal del personal.
	Operador de la Central	Disponer del apartado 5 del PADE (detección de la emergencia, evaluación y clasificación), directorio de notificación y mapa de inundación para esta emergencia.	Una vez inicie el simulacro se deberá comunicar con el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento.	Mantendrá comunicación directa con el coordinador del PADE o Jefe de Operaciones & Mantenimiento.
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE	Asegurar de obtener la medida del nivel del embalse.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
			Accionará la sirena para operaciones de protección, control y rescate.	Evaluar las lecciones aprendidas durante la emergencia e incluirlas en la bitácora
		Coordinar con ETESA el pronóstico meteorológico y la disponibilidad de instrumentos de medición.	Registra los niveles del embalse.	Preparará un reporte sobre la terminación del evento y sobre las consecuencias o experiencias del mismo. En el anexo A se presenta un modelo de formulario. Este documento será remitido a la ASEP.
			Realizar 2 aforos diarios para calibrar la curva de descarga y verificar el caudal de vertido.	

HIDROELÉCTRICA BAJOS DEL TOTUMA, S.A.

Plan de Acción Durante Emergencia (PADE)

Central Hidroeléctrica Bugaba 1

2023

ANEXO C - PLAN DE COMUNICACIÓN PARA SIMULACRO

HIDROELÉCTRICA BAJOS DEL TOTUMA, S.A.

Plan de Acción Durante Emergencia (PADE)

Central Hidroeléctrica Bugaba 1

2023

Mapa de Puntos de Reunión y Rutas de Evacuación

Guarde este folleto

Este folleto es una guía básica e imprescindible para toda la familia. Haga que lo lean todas las personas de su vivienda.
Guarde este folleto de Norma de Actuación y repase su contenido al menos una vez al año, para recordar bien estas consignas. Téngalo siempre a mano. Saber cómo actuar en casos de peligro nos hace más fuertes frente a los riesgos.

Emergencia

- Los servicios de emergencias trabajan para resolver las situaciones que pueden suceder.
- Estudian la manera de prevenir anticipadamente los riesgos.
- Organizan la respuesta en el caso de emergencia.
- Facilitan la coordinación de los equipos que han de actuar.
- Ayudan al retorno a la normalidad, prestando soporte y ayuda a los posibles damnificados.

Plan de Emergencia de la Presa Bugaba 1

RIESGO DE INUNDACIONES PLAN DE COMUNICACIÓN



¿Qué es el Plan de Emergencia?

Las grandes presas son estructuras muy seguras, construidas y explotadas reduciendo al máximo posible su posible fallo. No obstante, siempre existe un riesgo muy reducido de rotura o mal funcionamiento.

El Plan de Emergencia de una Presa constituye una herramienta más hacia la reducción de las consecuencias que representa para la población la posible rotura o mal funcionamiento de una presa, estableciendo los mecanismos y procedimientos que permitan una detección temprana de las situaciones de riesgo y las medidas a cometer para mitigarlo.

Es por ello que el Plan de Presa va ligado al Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de las Comunidades circundantes a la Central Hidroeléctrica Bugaba 1 y a los Planes de Actuación Municipal, contando con los Sistemas de Comunicación a las autoridades competentes y con un Sistema de Aviso a la Población situada inmediatamente aguas abajo y áreas cercanas al embalse.

Para que el Plan de Emergencia funcione correctamente, cada vecino ubicado en las poblaciones próximas debe conocer cuál es la mejor manera de actuar en cada una de las situaciones. Recuerda, conocer y entender su funcionamiento es TU responsabilidad.

¿Para qué sirve?

El objetivo básico de un Plan de Emergencia de Presas es reducir el riesgo de una posible rotura de presa y los eventuales daños asociados. Para ello resulta esencial:

- La identificación de las situaciones que pueden suponer un riesgo.
- La organización de los medios humanos y materiales para controlar estos riesgos.
- Conocer las instrucciones básicas de actuación en caso de que se active el Plan de Emergencia.

¿Cómo se avisará a la población?

Sirena de Alerta

Tendrá una duración mínima de dos minutos y consiste en emisiones sonoras de dos segundos de duración separadas por un intervalo de tres segundos de silencio. Esta señal puede repetirse varias veces con la misma duración de dos minutos.



2 seg. + 3 seg.

Sirena de Fin de Alerta

Consistirá en una emisión sonora continua de treinta segundos de duración. Se puede repetir varias veces.



30 seg.

¿Qué se debe hacer?



Si suena la sirena, hay que dirigirse a los lugares más elevados de la población



Acudir al punto de reunión preestablecido por su municipio y recogido en el Plan de Acción Municipal



Seguir las indicaciones dadas por las autoridades



Alejarse de ríos y torrentes

¿Qué es lo que NO se debe hacer?



No utilice el teléfono

No utilice el teléfono pues colapsará las líneas necesarias para organizar su ayuda. Llame al teléfono 104 únicamente en caso de petición de auxilio.



No vaya a buscar a los niños al colegio

No vaya a buscar a los niños al colegio. Los profesores saben cómo actuar y los evacuarán con orden y eficacia, tal como hacen en los simulacros.



No vuelva hacia atrás

No vuelva hacia atrás, pues las crecidas de los ríos pueden ser muy rápidas y no dar tiempo a un retroceso en la evacuación.

Después de la emergencia



Regrese hasta recibir instrucciones

No regrese a su domicilio hasta que se declare el final de la situación de peligro, lo cual se realizará de la forma que se indica en el Plan de Actuación Municipal, porque así se lo indiquen las autoridades o porque la sirena le indique el final de la emergencia. Contacte con su Ayuntamiento.



NO Viaje en vehículos

Pasada la avenida o riada, no intente viajar en coche, pues los caminos y las carreteras pueden estar impracticables.

Otros consejos prácticos



Lleve ropa de abrigo y calzado adecuado

Procure llevar ropa de abrigo y calzado adecuado a las circunstancias para dirigirse a los puntos de encuentro, tanto en verano como en invierno.



No cruce ríos ni arroyos

Mientras dure la avenida, no intente atravesar ríos ni arroyos, dado que la fuerte corriente del agua podría arrastrarle, tanto si va a pie como si se desliza en vehículo.



Prepare material de ayuda

Tenga previsto en un lugar de fácil acceso un pequeño equipo consistente en:

- Radio portátil
- Pilas de recambio
- linterna



Lleve teléfono móvil

Si dispone de teléfono móvil, llévelo consigo. En caso de desorientación, puede servir para localizarle.